



HAL
open science

Utilisation de la réalité virtuelle pour former en prévention primaire au décours d'une visite médicale en santé travail dans le secteur du BTP

Isabelle Mahieu

► To cite this version:

Isabelle Mahieu. Utilisation de la réalité virtuelle pour former en prévention primaire au décours d'une visite médicale en santé travail dans le secteur du BTP. Médecine humaine et pathologie. 2023. dumas-04137356

HAL Id: dumas-04137356

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04137356>

Submitted on 22 Jun 2023

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

MAHIEU Isabelle



UNIVERSITÉ DE PICARDIE JULES VERNE - AMIENS

UFR DE MÉDECINE

Année 2023

N° 2023-11

THÈSE POUR LE DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
(Spécialité médecine du travail)

**Utilisation de la réalité virtuelle pour former en prévention
primaire au décours d'une visite médicale en santé travail
dans le secteur du BTP**

Présentée et soutenue publiquement le vendredi 3 mars 2023

Par

Isabelle MAHIEU

Membres du Jury :

Monsieur le Professeur GIGNON Maxime, Président du jury

Monsieur le Professeur CHATELAIN Denis

Monsieur le Docteur CHAMOT Sylvain

Monsieur le Docteur AMASSE Sébastien

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur CHAMOT Sylvain

MAHIEU Isabelle

Remerciements

Je remercie et dédie tout particulièrement cette thèse,

A mon juge et directeur de thèse,

Monsieur le Docteur Sylvain CHAMOT,

Chef de clinique des universités-assistant des hôpitaux

Médecin du travail du Centre régional de pathologies professionnelles et environnementales du
CHU d'Amiens Picardie,

Tu me fais l'honneur de juger et d'avoir dirigé cette thèse. Je te remercie très sincèrement de m'avoir aidé à la préparer et de tous les conseils que tu as pu m'apporter au cours de ces longs mois de travail. Tes remarques justes et pertinentes ont été appréciables et d'une aide précieuse. Tu m'as également permis de me construire en tant que futur médecin du travail au travers de la formation que tu contribues à nous apporter chaque semaine.

Par ces quelques lignes, je t'en remercie très sincèrement.

A mon juge et président du jury,

Monsieur le Professeur Maxime GIGNON

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Epidémiologie, Prévention et Economie de la Santé

Chef du Pôle Préventions, Risques, Information médicale et Epidémiologie

Membre du Haut Conseil de Santé Publique,

Vous me faites l'honneur de présider et de juger cette soutenance de thèse, et je vous en remercie. J'ai pour vous un profond respect pour ces années d'enseignements, votre bienveillance et votre pédagogie. Vous nous avez également fait l'honneur au Docteur CHAMOT et à moi-même de nous accompagner dans la rédaction de nos travaux universitaires.

Je vous prie de croire en l'expression de ma profonde reconnaissance pour vos conseils et votre accompagnement.

MAHIEU Isabelle

A mon juge,

Monsieur le Professeur Denis CHATELAIN

Professeur des Universités-Praticien Hospitalier

Anatomie et cytologie pathologique

Chef du Service d'Anatomie et Cytologie Pathologiques du CHU d'Amiens Picardie,

Vous me faites l'honneur d'avoir accepté de juger cette soutenance de thèse et je vous en remercie très sincèrement.

A mon juge,

Monsieur le Docteur Sébastien AMASSE

Médecin du travail

Service du SMIBTP à Beauvais,

Vous me faites l'honneur d'avoir accepté de juger cette soutenance de thèse, et je vous en remercie très sincèrement. Je vous remercie également pour votre accueil chaleureux au sein du SMIBTP quand ma thèse n'en était qu'à ses débuts, et de m'avoir délivré tous les éléments et conseils qui m'ont permis d'écrire ce travail.

Au Docteur Gérard ARASZKIEWIRZ, merci également de m'avoir accueilli au sein des locaux du SMIBTP pour me faire découvrir tout le travail mis en place autour de ce beau projet.

Au Docteur Agnès CHATELAIN, un grand merci pour votre accompagnement et pour m'avoir fait découvrir cette belle spécialité lors de mon premier semestre en médecine du travail au sein du service de l'ASMIS. Vos conseils, et votre gentillesse m'ont beaucoup apporté, et d'avoir cru en moi et en mes capacités à ce moment de ma vie m'a permis de trouver la force de devenir le médecin que je suis devenue.

MAHIEU Isabelle

A ma maman, Nathalie, merci d'avoir fait de moi celle que je suis aujourd'hui. Merci d'avoir toujours été présente tout au long de mes années d'études, pour tous les sacrifices que cela t'a demandé, de ton soutien malgré les difficultés, et d'avoir cru en mes capacités en me poussant à devenir médecin. Sans toi j'aurais pris un tout autre chemin.

A ma tatie, Benoite, je ne te remercierai jamais assez de ton soutien sans faille et de tous les sacrifices que tu as fait pour moi depuis toutes ces années. Merci d'avoir toujours été présente et disponible quand j'en avais besoin. Sans toi, mes années d'études auraient été beaucoup plus compliquées.

A mon petit frère, Vincent, notre relation n'a pas toujours été simple et notre cohabitation pendant les quelques années de nos études respectives le prouve. Malgré tout, tu as su être là au moment où j'en avais le plus besoin, ou j'étais habitée par le doute et où tu as su m'écouter, m'encourager, et me soutenir.

A tous les trois merci, et n'oubliez jamais que je vous aime de façon inconditionnelle.

A mes grands-parents, Marcel et Monique, qui ne sont plus là aujourd'hui mais qui, j'en suis certaine, auraient été fière de moi. Vous me manquez chaque jour qui passe ..

A Pierre, merci pour ton aide et ta présence qui m'ont accompagné tout au long de mes études. Ton soutien a été précieux, tu as partagé tous mes moments de doutes, mes déceptions, mes réussites, mes moments de joie. Merci pour ton appui pendant l'année de l'ECN, difficile pour toi aussi. Merci de partager ta vie avec moi, de faire mon bonheur et de m'avoir permis d'arriver là où je suis aujourd'hui.

MAHIEU Isabelle

A ma meilleur amie, Coralyne, presque 20 ans d'amitié et une amie en or. Nos moments de doutes et de difficultés on a su en échanger et en pleurer, et nos moments de joies en rire et en profiter. Tu resteras à jamais ma sœur de cœur, et je suis très fière d'être la marraine de tes enfants avec de ton mari Mathieu, qui ne pourra bientôt plus dire « qu'il m'a toujours connu étudiante ».

Aux autres membres de ma famille et proches, mon parrain Bernard, Carole et Sylvain, mes beaux-parents Laurence et Thierry, Jérôme et Laura, merci à tous pour votre bienveillance et votre gentillesse, de m'avoir écouté, soutenu, ou tout simplement d'avoir été là quand j'en avais besoin.

A tous mes amis, ceux toujours présents et malheureusement ceux perdu de vue, merci à tous pour ces moments de partage, de détente, nos soirées et nos vacances ayant permis de continuer d'avancer malgré les difficultés.

A mes co-internes de spécialité, Andréa, Léa, Cécile, Ioana, et les petits nouveaux que je connais moins, merci d'avoir fait que notre groupe soit plus que ça, des amis et des soutiens, un groupe où l'on se sent bien et où la bienveillance et l'entraide sont présentes au quotidien.

A Mina, soutien indéfectible pendant de nombreuses années, à jamais dans mon cœur ...

A tous, à ceux que je n'ai pas cités ou que j'ai pu oublier, je n'ai qu'un seul mot :

Merci..

Liste des abréviations

Par ordre d'apparition dans le texte :

SMIBTP : Services Médicaux Interentreprises Bâtiment – Travaux Publics

VM/MV : Visite Médicale

RV/ VR : Réalité Virtuelle

PME : Petites et Moyennes Entreprises

IST : Infirmier(ère) en Santé Travail

IPRP : Intervenants en Prévention des Risques Professionnels

SPST : Service de Prévention en Santé Travail

SIS : Suivi Individuel Simple

SIR : Suivi Individuel Renforcé

SIA : Suivi Individuel Adapté

CMR : Cancérogène Mutagène et Reprotoxique

EMAE : Examen Médical d'Aptitude à l'embauche

VIPe : Visite d'Information et de Prévention à l'embauche

VI : Visite Intermédiaire

VIP : Visite d'Information et de Prévention

CPAM : Caisse Primaire d'Assurance Maladie

3D : Tridimensionnels

BTP : Bâtiment Travaux Publics

IQR : Écart interquartile

ANSES : Agence Nationale Sécurité Sanitaire Alimentaire Nationale

LED : Diodes à Electroluminescences

Table des matières

Remerciements	3
Liste des abréviations	7
Table des matières	6
1. Introduction	11
1.1. Le suivi de la santé des salariés en France	11
1.1.1. Règlementation et service de prévention en santé travail (SPST).....	11
1.1.2. Missions des SPST	12
1.1.3. Types de suivi	13
1.1.4. Types de visites médicales	14
1.2. La réalité virtuelle	17
1.3. Le SMIBTP	18
1.4. Objectifs de l'étude	20
2. Matériels et Méthode.....	21
2.1. Population étudiée.....	21
2.2. Conception de l'étude	22
2.3. Réalisation de l'étude.....	22
2.4. Logiciel et Virtual Création	23
2.5. Types de formations.....	24
2.6. Collectes de données et variables.....	25
2.7. Analyse statistique	26
3. Résultats	27
4. Discussion	31
4.1. Intérêt et apport de cette étude	31
4.2. Rapport à la littérature.....	31
4.2.1. Littérature avec VR dans le BTP	31
4.2.2. Littérature avec VR dans d'autres secteurs de l'industrie	34
4.2.3. Littérature avec RV dans le secteur de la santé	36
4.3. Forces et faiblesses	38
4.4. Effets néfastes de la RV	40
5. Conclusion.....	43
Bibliographie.....	45
Annexe 1 : Les différents rendez-vous possible dans les SPST.....	49

MAHIEU Isabelle

Annexe 2 : Captures d'écrans du questionnaire	51
Annexe 3 : Scènes de la formation BATVR	54
Annexe 4 : Scènes de la formation TPVR.....	65
Résumé	74
Abstract	74

1. Introduction

Le secteur du bâtiment et de la construction est l'un des secteurs d'activité parmi les plus dangereux en France.

On y retrouve de multiples risques professionnels dont les principaux identifiés sont le risque d'accident de la route, les risques chimiques, les troubles musculosquelettiques, les risques liés à l'environnement de travail (chute, bruit, électricité) et aux équipements de travail (engins de conduites par exemple). Les accidents du travail, mortels ou non, y sont nombreux et ont un impact médico-social important pour l'individu et la collectivité, notamment en terme de soins médicaux longs et coûteux et en terme d'arrêts de travail prolongés impactant l'organisation de l'entreprise (1).

En France, c'est le premier secteur d'activité en termes de fréquence des accidents du travail, mais également un des secteurs d'activité où la prévention des risques professionnels reste le plus difficile à réaliser (2).

Ces difficultés concernent notamment la prévention collective, avec une grande variété de travaux dans des conditions parfois très différentes, souvent changeantes, avec des coactivités de salariés qui n'appartiennent souvent pas aux mêmes entreprises, dans des lieux régulièrement très éloignés du siège de l'entreprise. Les petites et moyennes entreprises (PME) de construction sont les plus touchées par ces difficultés d'accès à la prévention (3). Pourtant, elles représentent 99,8% des entreprises en France, et 45,7% des emplois en France (4).

1.1. Le suivi de la santé des salariés en France

1.1.1. Règlementation et service de prévention en santé travail (SPST)

En France, la réglementation impose que tout salarié, de tout secteur d'activité (privé et public), puisse bénéficier d'un suivi médical dans le cadre de son activité professionnelle, de la prise du premier emploi jusqu'au départ à la retraite.

Ce suivi est pluridisciplinaire. Il est assuré par une équipe en santé travail, pilotée par un médecin du travail auquel s'ajoute un(e) infirmier(ère) en santé travail (IST), une assistante

médicale et un intervenant en prévention des risques professionnels (IPRP). D'autres professionnels aident l'équipe dans ses missions, notamment des psychologues du travail et des ergonomes. (5)

Le suivi a lieu au sein d'un SPST, également appelé soit service interentreprises, soit service autonome.

Ainsi, quand une entreprise ne possède pas un effectif de salariés suffisant, elle adhère en général à un service interentreprises en payant une cotisation au prorata du nombre de salariés. Cela permet d'une part aux salariés de bénéficier de toutes les visites et suivi nécessaires, sans limitation du nombre et d'autre part à l'entreprise de bénéficier des conseils de prévention (primaire, secondaire et tertiaire) et interventions nécessaires pour protéger l'état de santé de ses salariés.

Les entreprises qui n'adhèrent pas à un service interentreprises possèdent donc leur propre service médical appelé service autonome (6), et situé directement au sein des locaux de l'entreprise. L'équipe santé travail (médecin et IST) est dévolue uniquement au suivi des salariés de cette entreprise. Certaines entreprises se dotent également d'un ergonome et/ou d'un IPRP.

1.1.2. Missions des SPST

La principale mission des SPST est donc, selon l'article L4622-2 (7) d'éviter toute altération de la santé des salariés du fait de leur travail en délivrant et réalisant :

- Lors des visites médicales :
 - Un examen médical orienté pour convenir de la compatibilité de l'état de santé du salarié avec le poste de travail.
Au besoin, des aménagements ou restriction médicales sont émises et transmises à l'employeur.
 - Des conseils de prévention individuels pour prévenir et donner au salarié les outils nécessaires pour se protéger des risques professionnels identifiés à la fois sur le poste du travail et au sein de l'entreprise quand le poste exige une coactivité.

- Un suivi global adapté à l'état de santé avec intervention des autres professionnels (ergonome, psychologue etc.)
- Lors des visites en entreprises :
 - Réalisation d'action de prévention collective en milieu de travail.
 - Conseils à l'employeur, notamment sur l'amélioration de certaines conditions de travail pouvant être délétères.

1.1.3. Types de suivi

En fonction du poste exercé par le salarié et des risques professionnels associés, le salarié peut bénéficier soit :

- D'un suivi en SIS (Suivi Individuel Simple), classiquement tous les 5 ans, tant que le salarié n'est pas soumis aux risques professionnels cités ci-dessous. (8)

Ce suivi est réalisé par l'IST, sur dérogation du médecin du travail. Le suivi peut être repris à tout moment par le médecin du travail si la santé du salarié le nécessite.

- D'un suivi en SIR (Suivi Individuel Renforcé) tous les 2 ans. (9)

Ce suivi est lui réalisé conjointement par le médecin du travail et l'IST, en alternance tous les 2 ans, et peut être réalisé intégralement par le médecin du travail en fonction de l'état de santé.

Les risques ouvrant le droit à un suivi en SIR sont d'après le code du travail (10,11)

- Amiante
- Plomb
- Agents Cancérogènes, Mutagènes et Reprotoxiques (CMR)
- Agents biologiques du groupe 3 et 4
- Rayonnements ionisants
- Risque hyperbare
- Risque de chute de hauteur lors des opérations de montage et de démontage d'échafaudages
- Conduite de certains équipements de travail pour lesquels une autorisation de conduite est obligatoire

- Affectation de travailleurs de moins de 18 ans sur des travaux réglementés (travaux interdits susceptibles de dérogation)
 - Opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage, pour lesquelles une habilitation électrique est obligatoire
 - Manutentions manuelles de charges supérieures à 55 kg
- D'un suivi spécifique appelé SIA (Suivi Individuel Adapté) si reconnaissance d'un handicap, amenant le suivi à 3 ans. Ce suivi est réalisé par l'IST, sur dérogation du médecin du travail. Le suivi peut être repris à tout moment par le médecin du travail si la santé du salarié le nécessite.
- Pour les salariés classés SIA ayant un suivi SIR, la temporalité des 2 ans et le suivi SIR restent prépondérants.

1.1.4. Types de visites médicales

Les visites médicales auxquelles à accès le salarié sont multiples, et certaines sont systématiques et obligatoires. Une synthèse de ces visites est présentée en Annexe 1.

Les visites médicales systématiques, organisées à l'initiative de l'employeur, sont le levier pour délivrer des conseils de prévention individuels. Les visites possibles sont donc :

- Visites d'embauche aussi appelée EMAe (Examen Médical d'Aptitude à l'Embauche) réalisée uniquement par le médecin ou VIPE (Visite d'Information et de Prévention à l'Embauche) réalisée par le médecin ou l'IST, à chaque prise de fonction d'un nouveau poste de travail.
- Visites périodiques réalisées sur une périodicité allant de 2 à 5 ans en fonction des risques, de l'état de santé et des SPST. Elles sont appelés VI (Visite Intermédiaire) ou EMA (Examen Medical d'Aptitude) pour les suivi en SIR, et VIP (Visite d'Information et de Prévention) pour les suivi en SIA et SIS. Elles sont réalisables par médecin et IST sauf les EMA restant de l'ordre du médecin.

- Visites de reprise après maladie, accident du travail ou maternité :
Elles seront effectuées après une absence pour cause de maladie professionnelle (sans durée minimale), après une absence d'au moins 30 jours pour cause d'accident du travail, après une absence d'au moins 60 jours pour cause de maladie ou d'accident non professionnel et après un congé maternité (sans durée minimale).
Elles sont réalisées en pratique par le médecin du travail, mais toutes les visites sont déléguables aux IST.

Il existe également d'autres types de visites médicales :

- Visites à la demande, à l'initiative du salarié ou de l'employeur, devant toutes problématiques ou il est estimé que cela peut relever des compétences du médecin du travail. Elles peuvent avoir lieu à tout moment du parcours professionnel tant que le salarié n'est pas en arrêt de travail.
Elles peuvent également être à l'initiative du médecin du travail pour effectuer un suivi plus rapproché, ciblé sur une problématique par exemple.
- Visites de pré reprise, à l'initiative du salarié, de la CPAM (Caisse Primaire d'Assurance Maladie), ou du médecin traitant du salarié. La seule condition pour en bénéficier est d'être en arrêt de travail (sinon il s'agit d'une visite à la demande).
Bien souvent, elles ont lieu dans des cas où l'état de santé du salarié a entraîné un arrêt de travail prolongé, nécessitant un aménagement ou l'avis du médecin du travail avant la reprise.
Elles peuvent avoir lieu règlementairement dès 30 jours d'arrêt de travail mais peuvent tout de même être demandées avant si un salarié pense en avoir besoin.
Elles sont l'occasion de faire un point sur l'évolution de la pathologie ayant entraîné l'arrêt de travail et de se projeter sur la reprise (dans quels délais ? Dans quelles conditions ? Quels aménagements nécessaires ?)

Il existe donc de nombreux types de visites médicales différentes auquel le salarié à accès tout au long de sa carrière. Elles sont réalisées soit par un médecin du travail, soit par une infirmière en santé travail.

Un troisième type de visites médicales, obligatoires et nouvellement introduites dans le code du travail d'après la loi n° 2021-1018 du 2 aout 2021 sont (12) :

- Visite de fin de carrière pour tous les salariés ayant bénéficié d'un suivi médical renforcé au cours de leur carrière, et donc d'une exposition aux risques professionnels associés. Elle a lieu dans les 6 mois précédant le départ en retraite du salarié et doit être à l'initiative de l'employeur dès lors qu'il a connaissance du départ en retraite et que son salarié justifie, ou a justifié, d'un suivi en SIR au cours de sa carrière.

En cas de carence de l'employeur, que ce soit par oubli ou par méconnaissance d'une exposition antérieure, le salarié peut lui-même en faire la demande dans le mois précédant son départ en retraite.

Le délai de réalisation de la visite, une fois demandée au SPST, n'est pas codifié mais doit être le plus court possible et la visite peut être réalisée même si le salarié a cessé son activité professionnelle. (13)

- Visite de mi-carrière.

Elle se déroule soit au décours d'une autre visite, soit, à défaut, durant l'année civile du 45e anniversaire du salarié.

Elle permet de faire un état des lieux des expositions professionnelles et de l'état de santé du salarié, afin d'adapter si nécessaire le suivi, le poste de travail ou d'anticiper les éventuelles difficultés à venir concernant l'adéquation entre le poste de travail et l'état de santé.

- Visite de fin d'exposition.

Elle a lieu dès la fin de l'exposition à un risque professionnel et jusqu'à 6 mois post exposition. Elle doit être à l'initiative de l'employeur. En cas de carence, le salarié peut lui-même en faire la demande.

La liste des risques professionnels donnant droit à cette visite est la même que pour la visite de fin de carrière.

Ces derniers types de visites médicales restent encore largement minoritaires à ce jour et devraient se développer dans les mois et années à venir.

L'annexe 2 reprend l'ensemble des visites possibles sous forme synthétique.

1.2. La réalité virtuelle

La Réalité virtuelle (RV) est une technologie informatique qui implique une simulation et des interactions en temps réel par le biais de canaux sensoriels, visuels et auditifs (14) . Les environnements tridimensionnels (3D) basés sur l'ordinateur fournissent des informations sensorielles sous une forme similaire à celle reçue dans le monde réel. La RV permet aux individus d'expérimenter et d'interagir avec, ou dans des environnements qui ont une rétroaction améliorée (15–17) .

Pour ce faire, les utilisateurs doivent être équipés d'un casque de RV qui utilise le principe de l'affichage 3D stéréoscopique, connecté à l'interface de l'ordinateur, afin de pouvoir reproduire la sensation d'interaction avec cet environnement artificiel.

Actuellement, deux types d'appareils grand public existent sur le marché : les visiocasques de type « embarqué » ou « mobile », fonctionnant avec un smartphone ou un écran de console/ordinateur, et les visiocasques conçus intrinsèquement pour la réalité virtuelle, dotés de leur propre écran.

Historiquement, les premiers concepts de RV remontent à 1957 avec Morton HEILIG et la création d'une machine capable de simuler des odeurs, de produire du son en stéréo, des vibrations, et même des effets atmosphériques comme le vent dans les cheveux. Sa création sera brevetée 3 ans plus tard sous la forme d'un casque de réalité virtuelle doté d'un écran stéréoscopique, d'un champ de vision comparable à celui des humains et d'un son stéréo. Même si sa concrétisation ne verra jamais le jour, les premiers pas de la réalité virtuelle et l'ouverture sur une technologie nouvelle était née.

Le premier casque RV fonctionnel a été créé en 1968 par Ivan SUTHERLAND et sera en fait considéré comme le premier casque de réalité augmentée.

Il faudra attendre 1991 pour voir apparaître le premier casque de RV dédié au gaming et plus généralement destiné au grand public : le Sega VR. Et attendre 25 ans de plus, en 2016, pour voir une démocratisation du casque de RV auprès du grand public : l'Oculus Rift et le HTC Vive. (18)

Par la suite, tous les développeurs s'emparent de la technologie, permettant un développement à échelle mondiale, rapide et dans d'autres domaines que le gaming.

Si initialement cette technologie a été développée dans le domaine des jeux vidéo, elle tend en effet à se développer dans d'autres domaines d'activité, allant de l'enseignement au tourisme, en passant par le domaine chirurgical, le traitement médical des phobies ou de certaines pathologies, ou la prévention des risques professionnels.

Selon plusieurs sondages et études statistiques, au vu de l'engouement pour cette nouvelle technologie, il a été calculé en 2013 un prévisionnel mondial à 171 millions d'utilisateurs pour 2018 (19). Ces estimations ont été largement surestimées puisque, toujours selon les mêmes sources, la consommation réelle en 2020 était à 30 millions d'utilisateurs, et en 2022 à 74 millions de personnes ayant accès à un casque de RV (20).

D'autres sources affirment que, en 2021, un casque de RV dans le monde était utilisé par 26 millions de consommateurs, des chiffres concordants avec ceux des premiers sondages (21).

Il n'en reste pas moins qu'en quelques années, cette nouvelle et jeune technologie a su se développer de façon exponentielle, même si elle reste marginale. Le prix de ventes des casques de réalité virtuelle peut tendre à freiner la consommation estimée.

1.3. Le SMIBTP

Le SMIBTP est un service de santé au travail, créé en 1980, situé exclusivement dans l'OISE, et en charge des visites médicales dans le secteur d'activité du BTP.

Au premier janvier 2022, le service est composé de 5 médecins, répartis sur les 4 secteurs géographiques que couvre le service à savoir : Beauvais Ouest – Beauvais Est et Creil – Compiègne nord – Compiègne Sud.

Dans leurs missions, les médecins sont accompagnés d'une IST, et de 2 IPRP ainsi que des membres de l'administration (assistantes en santé travail, programmatrices, secrétaires) et ceux de la direction.

Les salariés suivis au SMIBTP sont répartis selon 2 catégories :

- Les salariés travaillant sur chantier (personnel de chantiers et apprentis) sont classés en SIR (suivi individuel renforcé), même si la législation et la déclaration de l'employeur les classent en SIS (suivi individuel simple). Il est en effet considéré par le service que dès lors qu'un salarié travaille sur un chantier, peu importe l'activité qu'il y exerce, il est soumis aux risques professionnels divers dus à la coactivité et doit pouvoir bénéficier des conseils de prévention et du suivi médical nécessaire.
Ces salariés bénéficient d'une visite d'embauche avant la prise de poste (par le médecin), et bénéficient ensuite d'un suivi tous les 2 ans.
- Les salariés occupant des postes administratifs sont classés en SIS, et bénéficient d'une visite d'embauche dans les 3 mois suivant la prise de poste (ou avant prise de poste pour ceux ayant une classification SIA).

En 2018, le SMIBTP a suivi 2 001 entreprises et 15 176 salariés avec une forte proportion de petites et moyennes entreprises (PME).

En 2022, le service a suivi 2036 entreprises pour 16500 salariés montrant donc une certaine constance dans les chiffres. La majorité des entreprises ont moins de 10 salariés (1732) ou entre 11 et 49 salariés (267). L'ensemble des PME représente donc plus de 98% des entreprises suivies, restant encore une fois largement majoritaire.

1.4. Objectifs de l'étude

Depuis février 2022, le SMIBTP expérimente un outil de formation en réalité virtuelle pour former les salariés à la prévention primaire des risques professionnels liés aux coactivités sur les chantiers. La formation RV est toujours précédée d'une visite médicale.

L'objectif principal de l'étude était d'étudier si la formation RV avait un impact sur le sentiment d'efficacité personnelle en matière de prévention des risques professionnels par rapport à la visite médicale seule.

L'objectif secondaire de l'étude était de savoir comment les employés évaluaient cette formation supplémentaire avec la RV par rapport à la visite médicale seule.

A notre connaissance, une visite médicale systématique dans un service de santé au travail couplée à un outil pédagogique de RV n'avait pas encore été expérimentée.

2. Matériels et Méthode

2.1. Population étudiée

Cette étude expérimentale, monocentrique, a inclus les salariés venant passer une visite médicale systématique (embauche et périodique) au SMIBTP, sur les deux centres (site A et site B) et ayant consulté entre le 1er avril 2022 et le 13 octobre 2022.

Ont été inclus dans l'étude les salariés ayant un travail manuel sur les chantiers de construction (par exemple, les ingénieurs ou les secrétaires n'étaient pas inclus).

En outre, dans le groupe RV, seuls les salariés ayant suivi l'intégralité de la formation (c'est-à-dire sans interruption pour effet indésirable par exemple) ont été inclus.

Les seuls critères d'exclusion étaient l'opposition passée ou présente de l'employé à la collecte de données, ainsi qu'une connaissance insuffisante du français.

Tableau de caractéristique de la population par centre :

Caractéristiques	Site A (Beauvais)	Site B (Compiègne)
Nombre salariés inclus	378	210
Age	21 à 37 ans	28 à 47 ans
Hommes	370	201
Femmes	8	9
Taille de l'entreprise :		
- 1 à 10 salariés	154	60
- 11 à 49 salariés	133	91
- 50 à 299 salariés	76	53
- Plus de 300 salariés	15	6

2.2. Conception de l'étude

Les salariés ont reçu deux types de formation à la prévention selon le centre où ils ont été examinés :

- Les salariés du groupe d'intervention ont reçu une visite médicale couplée à une formation à la réalité virtuelle (VM+RV) à l'issue des visites médicales systématiques (site A).
- Les salariés du groupe témoin (site B) ont bénéficié d'une visite médicale seule (VM).

2.3. Réalisation de l'étude

L'outil de formation RV utilisé insistait sur l'aspect coactivité des chantiers, et donc sur l'interaction entre différents employés ayant des postes de travail très différents. Par rapport à la visite médicale, il s'éloignait du travail décrit pour se rapprocher du travail réel, ce qui laissait espérer un impact positif en termes de prévention (22) .

Les séances de formation ont eu lieu directement après la visite médicale, dans un espace dédié de plus de 10 m².

Les séances réalisées dans le service ont duré entre 7 et 10 minutes, et un technicien (membre de l'équipe du SMIBTP) était présent pour équiper le salarié, lui expliquer le fonctionnement de l'appareil ainsi que les consignes de sécurité.

Le technicien n'intervenait pas pendant la formation, sauf pour éviter que le salarié ne se heurte aux équipements présents dans la salle, par exemple.

Pendant la formation, les salariés évoluaient librement sur un chantier. Les postes de travail ont été clairement identifiés par des repères. Lorsque le salarié se rendait à un poste de travail, une question à choix unique apparaissait concernant un risque d'accident au poste de travail. Si l'employé ne répondait pas correctement, l'accident se produisait et une correction était apportée.

La question sur le poste de travail pouvait aussi consister à réagir ou agir de la bonne manière (comme penser à mettre les bons EPI (Equipement de Protection Individuelle) ou aider un collègue à porter une charge lourde etc.)

Une fois la formation terminée, l'exercice s'arrêtait, le score s'affichait à l'écran (en récapitulant bonnes et mauvaises réponses) et le salarié était déséquipé par le technicien. Il remplissait ensuite le questionnaire sur une tablette (questionnaire présenté en annexe 1).

2.4. Logiciel et Virtual Création

L'outil de formation en RV utilisé par le SMIBTP était (et est encore actuellement) le SRC - Bâti VR de la société Virtual Création.

La société a été créée par M. JOANNY en 2018 qui avait à cœur, du fait de son parcours professionnel, de développer un outil pédagogique autour de la sécurité dans le monde du travail. En effet, après avoir travaillé plusieurs années dans le recrutement et la sécurité des intérimaires, il a développé une affinité pour le monde du bâtiment et pour la prévention et la sécurité dans ce secteur d'activité. Ayant toujours eu en parallèle une affinité pour l'informatique et le développement de logiciels, il a pu concilier les deux en ouvrant Virtual Création et en développant des logiciels comme outils pédagogiques autour de la sécurité.

Actuellement, la société propose 3 pôles d'activités : (23)

- Pôle formation VR : mise en place de formations immersive avec RV au sein des entreprises. Les modules de formation RV sont personnalisés et adaptés aux thématiques de l'entreprise
- Pôle animation VR : dans les séminaires, les foires, les journées portes ouvertes ou les fêtes d'entreprises afin d'apporter un côté ludique et dynamique
- Pôle Création VR : création et développement des logiciels de RV ou de réalité augmentée.

Le SMIBTP de Beauvais a été le pilote National pour l'essai et l'utilisation du logiciel SRC - Bâti VR, avec ensuite un déploiement au SISTBTP (un autre SPST...précise juste) en Lorraine. Il est prévu prochainement un déploiement sur une 2^e antenne du SISTBTP en Lorraine puis sur l'antenne de Compiègne du SMIBTP.

Le logiciel SRC- Bâti VR existe actuellement, en plus du Français, en Anglais et en Portugais. Une version mobile portative pour aller au plus près des entreprises existe déjà, et est par ailleurs utilisée depuis peu par le service du SMIBTP pour réaliser de la prévention

directement aux seins des entreprises et sur les chantiers. Elle n'a pas été utilisée pour l'étude.

La société a initialement été sollicitée par le service afin d'accompagner les équipes dans une journée de formation à la prévention, au travers du pôle animation VR. A cette occasion, le logiciel a pu être testé et a permis le début d'une collaboration.

Actuellement, la société compte à son actif la création de 6 logiciels pédagogiques, avec à terme un objectif de 15 à 20 logiciels et un déploiement au niveau Européen.

Parmi les 6 logiciels « chasses aux risques », on retrouve notamment un logiciel dédié aux risques professionnels en logistique dans un entrepôt et un logiciel dédié aux risques professionnels dans la grande distribution (hôtesse de caisse, boucher, mise en rayon etc.).

Un outil pédagogique sur les risques en milieu de bureau est en cours de finalisation et un autre sur les risques d'ensevelissement est en cours de développement. Un projet de logiciel autour des risques liés à la conduite et un autre sur les risques pour le personnel d'aide à domicile sont en cours de création.

2.5. Types de formations

En fonction de la profession du salarié, deux types de formation RV étaient possibles :

- L'une plus axée sur les travaux routiers, composée de 21 scènes, appelée TPVR
- L'autre sur la construction de bâtiment, composée de 20 scènes, appelée BATVR

Chaque scène représentait un poste de travail, et demandait de répondre soit à une question à choix unique ou multiples, soit par une façon d'agir. Par exemple, lors de la première scène commune aux deux scénarios, l'utilisateur arrivait devant une table où étaient disposés plusieurs EPI nécessaires sur un chantier. Cette première scène demandait à l'utilisateur de prendre les bons EPI avec ses mains et de s'en équiper avant de pouvoir accéder au chantier.

L'ensemble des scènes possible sont à retrouver dans les annexes 3 et 4.

Le type de formation à laquelle le salarié allait avoir accès était déterminé en amont par le professionnel de santé en fonction de l'activité exercée.

Sur les 20 ou 21 postes de travail possibles, 8 ont été présentés aléatoirement pendant la formation afin de pouvoir limiter la formation à une dizaine de minutes et permettre une rotation d'un maximum de salariés.

Les risques traités étaient très variés, du risque de chute au risque d'électrocution, d'écrasement, de brûlures... et étaient représentatifs des risques majeurs rencontrés sur un chantier de travaux public ou de construction.

2.6. Collectes de données et variables

Nous avons recueilli les données à l'aide d'un questionnaire construit sur l'outil LIMESUVEY™ fourni par l'Université de Picardie Jules Verne.

Le questionnaire a été réalisé juste après l'intervention (site A) ou après la visite médicale (site B).

Les données recueillies étaient :

- Démographiques : âge, sexe, taille de l'entreprise où travaillait le salarié
- Sur le type de visites médicales effectuées : avec ou sans RV

Et des questions relatives au sentiment d'efficacité personnelle et à l'évaluation de la formation à travers des échelles de Likert en 5 points. Les questions posées sur ces deux aspects ont été les suivantes :

- Votre visite au SMIBTP en valait-elle la peine ?
- Avez-vous appris quelque chose en matière de prévention ?
- Vous sentez-vous plus efficace en matière de prévention ?
- Êtes-vous prêt à appliquer ces règles de prévention ?
- Par rapport aux autres collègues du site, ces règles de prévention peuvent-elles réduire les risques ?

2.7. Analyse statistique

Les employés ont été divisés en deux groupes en fonction des deux types de formation à la prévention (VM vs VM + RV).

Le critère de jugement principal était l'existence d'une différence dans le pourcentage de réponses pour chaque option de notre échelle de Likert entre les deux groupes sur les questions relatives au sentiment d'efficacité personnelle dans la prévention des risques professionnels.

Le critère de jugement secondaire était l'existence d'une différence de ce même pourcentage entre les deux groupes sur les questions relatives à l'évaluation de la formation.

Les données démographiques et les caractéristiques cliniques de base ont été exprimées en moyenne \pm écart-type ou médiane [écart interquartile (IQR)] pour les variables numériques et en fréquence (pourcentage) pour les variables catégorielles.

Les comparaisons entre groupes ont été effectuées pour la variable quantitative (âge) à l'aide du test de Mann-Whitney-Wilcoxon, et du test exact de Fisher pour les variables catégorielles.

Pour évaluer l'association entre le type de formation à la prévention et le critère de jugement principal, nous avons utilisé le test exact de Fisher. Il en a été de même pour le critère de jugement secondaire.

Tous les tests statistiques ont été réalisés avec le logiciel R (version 4.0.0, R Core Team, R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche).

3. Résultats

Pendant la période d'étude (du 1er avril 2022 au 13 octobre 2022), 588 salariés ont été inclus.

Les caractéristiques de base des employés selon le type de formation à la prévention sont résumées dans le tableau 1.

La population étudiée était majoritairement masculine (571 hommes soit 97,1 %). L'âge moyen était de $33,15 \pm 12,1$ ans. A titre de comparaison, en 2019, dans le secteur de la construction en France, les hommes représentaient 87,89% des salariés et l'âge moyen était de 42 ans (24,25).

Sur les 571 salariés, 210 salariés (35,7%) avaient reçu la visite médicale (VM) et 378 (64,3%) avaient reçu la visite médicale couplée à une formation en réalité virtuelle (VM+VR). Il n'y avait aucune donnée manquante.

Tableau 1 : Caractéristiques de la population étudiée, par type de formation à la prévention

Caractéristiques	VM (N=210)	VM+ RV (N=378)	P=	Total (n=588)
	Médiane [IQR] ou n (%)	Médiane [IQR] ou n (%)		Médiane [IQR] ou n (%)
Age	38 [28-47.75]	29 [21-37]	<0.001	32 [23-42]
Hommes	201 (95.7%)	370 (97.8%)	0.19	571 (97.1%)
Taille de l'entreprise :				
- 1 à 10 salariés	60 (28.6%)	154 (40.7%)	0.01	214 (36.4%)
- 11 à 49 salariés	91 (43.3%)	133 (35.2%)		224 (38.1%)
- 50 à 299 salariés	53 (25,2%)	76 (20.1%)		129 (21.9%)
- Plus de 300 salariés	6 (2.9%)	15(4%)		21 (3.6%)

Abréviations : VM : visite médicale ; VM+VR : visite médicale couplée à une formation en réalité virtuelle

Nous n'avons pas pu trouver de différence statistiquement significative entre les deux groupes selon le sexe mais nous en avons trouvé une pour l'âge et la taille de l'entreprise.

Le tableau 2 présente les résultats concernant le sentiment d'efficacité personnelle dans la prévention des risques professionnels.

Le groupe VM-RV avait un plus grand sentiment d'auto-efficacité dans la prévention que le groupe VM.

Pour chaque question, il existe une différence statistiquement significative au risque de 5% indiquant que le groupe VM+RV se sentait plus efficace dans la prévention en général et plus spécifiquement dans la prévention des risques liés à la coactivité sur les chantiers, et serait plus enclin à appliquer les règles de prévention apprises lors du passage dans le service de santé au travail.

Tableau 2 : score des réponses aux questions sur le sentiment d'efficacité personnelle

	Vous sentez-vous plus efficace en matière de prévention ?		Êtes-vous prêt à appliquer ces règles de prévention ?		Par rapport aux autres collègues présents sur le site, ces règles de prévention peuvent-elles réduire les risques ?	
	VM	VM+RV	VM	VM+RV	VM	VM+RV
n	210	378	210	378	210	378
Tout à fait	37%	37%	56%	73%	56%	75%
D'accord	42%	52%	33%	26%	31%	24%
Bof	15%	9%	8%	1%	10%	1%
Pas d'accord	1%	1%	1%	0%	1%	0%
Pas du tout	5%	1%	2%	0%	2%	0%
p	0.002		0.0005		0.0005	

Abréviations : VM : visite médicale, VM+VR : visite médicale couplée à une formation en réalité virtuelle

Le tableau 3 présente les résultats concernant l'évaluation de l'intervention reçue par les deux groupes. Les employés du groupe VM+RV ont trouvé que l'intervention était plus utile et apportait plus de connaissances en termes de prévention que ceux du groupe VM.

Tableau 3 : score des réponses aux questions sur l'évaluation de la formation

	Votre visite au SMIBTP en valait-elle la peine ?		Avez-vous appris quelque chose sur la prévention ?	
	VM	VM+RV	VM	VM+RV
n	210	378	210	378
Tout à fait	61%	71%	36%	49%
D'accord	31%	27%	44%	41%
Bof	6%	2%	9%	7%
Pas d'accord	1%	0%	2%	1%
Pas du tout	1%	0%	9%	2%
p	0.0015		0.0005	

Abréviations : VM : visite médicale, VM+VR : visite médicale couplée à une formation en réalité virtuelle

4. Discussion

4.1. Intérêt et apport de cette étude

Les résultats de l'étude ont montré que l'utilisation d'un outil de formation en RV à l'issue des visites médicales systématiques dans le secteur de la construction avait un impact sur le sentiment d'efficacité personnelle en matière de prévention des risques professionnels dans le secteur de la construction.

C'est un élément important qui a suggéré que l'utilisation de la RV pourrait avoir un impact significatif sur les pratiques de prévention des risques professionnels des employés des chantiers de construction. C'est un constat utile, étant donné que ces visites médicales en France touchent systématiquement et régulièrement tous les salariés.

Il aurait ainsi pu être mis en évidence, à l'avenir, un levier important pour la prévention des risques professionnels dans le secteur de la construction en améliorant les compétences des employés.

4.2. Rapport à la littérature

4.2.1. Littérature avec VR dans le BTP

Eiris et al (26) ont cherché à valider une formation à la sécurité en utilisant des panoramas en réalité augmentée à 360 degrés.

Au moment de la réalisation de l'étude (précise l'année), les techniques de RV existaient déjà mais sacrifiaient le réalisme en exigeant des coûts de calcul élevés pour reproduire des environnements réels. D'où le choix des auteurs de l'utilisation des panoramas 360°, alternative innovante qui crée des représentations peu coûteuses, simples à capturer et fidèles à la réalité du chantier de construction réel.

Cette étude a permis de développer et d'évaluer une plateforme (nommée plateforme PARS) pour l'identification de 4 types de dangers à savoir les risques de chute, les risques d'être frappé par un objet, les risques d'être coincé entre deux objets et les risques électriques. Les images utilisées étaient issues de chantier réels.

Les participants, une fois équipés du matériel, devaient reconnaître et identifier les dangers présents dans les images successives en utilisant des gestes de glisser-déposer avec différents dispositifs de pointage ou des mouvements de doigts.

Le taux d'identification des dangers était assez faible, puisque seulement 30% des dangers totaux ont été identifiés par les participants au cours de la simulation. Les auteurs ont expliqué cela par le fait que leur population était composée d'étudiants spécialisés en gestion de la construction (n=30) et non de professionnels du bâtiment et de la construction, et que seulement 63% avaient une expérience de plus d'un an dans ce secteur d'activité. La deuxième raison mise en avant par les auteurs était le retour par les étudiants d'un temps de formation et d'évaluation trop court.

Ils ont tout de même souligné un réel intérêt pour l'utilisation de cette méthode dans l'identification et la reconnaissance des dangers sur les chantiers de construction, ainsi que les commentaires constructifs concernant la facilité d'utilisation de la plateforme (retour que nous avons également eu dans notre étude avec le RV).

Pour notre part, nous n'avons pas souhaité analyser les résultats des questions posées, car cela ne correspondait pas à notre question de recherche.

Nykänen et al (27) ont mené une étude afin de pouvoir fournir des informations pouvant être utilisées dans l'industrie de la construction lors de l'examen des choix en matière de méthodes de formation à la sécurité. Pour cela, ils ont étudié l'efficacité d'une formation à la sécurité basée sur la RV par rapport à celle d'une formation à la sécurité basée sur un cours magistral et centrée sur le formateur. Le contenu des formations était similaire.

L'objectif secondaire était d'étudier l'impact de la formation participative.

L'étude a été menée auprès de 119 employés travaillant sur 8 sites de construction en Finlande, n'appartenant qu'à des moyennes et grandes entreprises. Les participants étaient des volontaires dans les entreprises sélectionnées avec une expérience professionnelle de deux ans minimum.

La formation RV, la formation cours magistral et la formation participative ont toutes eu lieu directement sur les sites de travail des employés.

Les participants ont été randomisés en groupes identiques entre participants à la formation à la sécurité basée sur la RV et participants à la formation à la sécurité basée sur des cours magistraux. La moitié de chaque groupe avait également passé la formation participative dans les semaines qui ont suivi la formation principale.

Les employés ont évalué la formation à l'aide de questionnaires (papier ou numérique selon l'entreprise) au début, immédiatement après l'intervention, et lors d'un suivi d'un mois. Les questions posées portaient sur les auto-efficacités en matière de sécurité et les attentes en matière de résultats liées à la sécurité.

L'évaluation de l'efficacité a montré que la formation à la sécurité basée sur la RV était plus efficace que la formation à la sécurité basée sur des cours magistraux, en particulier en ce qui concerne l'amélioration de l'auto-efficacité de la sécurité dans l'identification des facteurs affectant la sécurité.

Les auteurs ont ainsi conclu que la réalité virtuelle pouvait être considérée comme un outil sérieux pour améliorer les compétences en matière de prévention, mais aussi pour motiver les employés à appliquer les règles de prévention par rapport aux méthodes d'apprentissage passif.

Les chutes de hauteur, que ce soit d'échafaudages, de poutres de bâtiments ou de véhicules non mobiles ont représenté un tiers des accidents mortels dans le secteur de la construction et retrouvaient comme cause principale la perte d'équilibre.

Simeonov et al (28) ont étudié l'intérêt de réduire les vibrations mécaniques des structures de support utilisées comme surfaces de marche/travail lors de l'exécution de tâches de construction en hauteur. Ils ont également testé une autre hypothèse, celle de l'amélioration sensorielle.

L'étude a utilisé la réalité virtuelle dans les conditions visuellement déstabilisantes d'un environnement de travail en hauteur, pour examiner les effets de différents niveaux de

vibrations aléatoires appliquées à la surface plantaire des pieds, sur le contrôle postural des travailleurs debout sur des surfaces étroites.

Pour cette étude, 12 personnes ont été incluses, 6 personnes jeunes (20-35 ans) et 6 personnes plus âgées (45-60 ans). Ils ont utilisé des semelles en gel instrumentées émettant différents seuils de vibration connectées au système de RV, pour tester la perception sensorielle ressentie au niveau des pieds, et procéder aux mesures des balancements du corps à l'aide d'un capteur sur l'épaule droite.

Trois niveaux de vibration (aucune vibration, vibration sub-sensorielle et vibration supra-sensorielle) ont été testés dans deux conditions posturales (standard jambes tendues et jambes semi-fléchies) et deux conditions visuelles (yeux fermés et yeux ouverts).

Les résultats de l'étude n'ont pas permis d'étayer l'hypothèse de l'amélioration sensorielle, mais ont fourni des preuves en faveur de la suppression sensorielle comme solution à la réduction du risque de chute de hauteur. Les résultats ont également montré que la vibration plantaire augmentait le balancement postural, principalement dans la posture semi-fléchie et pouvait donc contribuer à majorer le risque de chute.

4.2.2. Littérature avec VR dans d'autres secteurs de l'industrie

Nous avons par ailleurs trouvé des études qui examinaient l'utilisation de la RV comme outil de prévention et de formation dans des secteurs autres que la construction.

L'industrie minière est un secteur où le risque d'accidents graves et de décès est important. Filigenzi et al. ont souligné l'importance de l'utilisation de la RV pour former les employés des mines de surface et souterraines et le personnel de secours à la reconnaissance des dangers et aux itinéraires et procédures d'évacuation (29). Cette étude, réalisée en 2000, était innovante et ouvrait déjà la possibilité et l'intérêt d'étendre une telle méthode à d'autres secteurs d'activité à risques comme la construction, l'agriculture et l'industrie pétrolière.

Dans le secteur de la logistique, l'utilisation d'engins de manutention est responsable d'un grand nombre d'accidents du travail, notamment sur des tierces personnes. Choi et al. se sont particulièrement intéressés aux conducteurs de chariots élévateurs en réalisant une étude auprès de 20 étudiants de l'Université polytechnique de Hong Kong, spécialisés dans l'ingénierie de la construction (30).

Leur objectif était d'étudier comment la conscience situationnelle d'un conducteur de chariot élévateur à fourche vis-à-vis des autres personnes qui l'entourent peut être influencée par le type de sous-tâches qu'il effectue.

Dans cette recherche, un environnement de réalité virtuelle a été utilisé comme environnement expérimental, dans lequel les sujets effectuaient une série de sous-tâches, telles que conduire, tourner, faire marche arrière, charger et décharger. Plus les tâches demandaient de concentration, plus le risque d'accident était élevé. Ils en ont conclu qu'il serait bénéfique d'utiliser des contrôles supplémentaires (tels que des dispositifs de détection de personnes), mais aussi d'avoir une formation à la sécurité plus détaillée, rendant la RV significative.

En ce qui concerne la formation au risque électrique, Zhao et al. (28) rapportent qu'aux États-Unis, en 2015, l'erreur humaine était responsable d'environ 50 % de tous les décès liés à l'électricité dans de multiples industries. Pour eux, des programmes efficaces de formation à la sécurité des employés, y compris la RV, constituaient l'approche la plus directe pour atténuer ces erreurs.

Leur étude a montré le succès de l'utilisation d'une telle méthode, mettant en évidence une formation qui visualisait efficacement les risques invisibles sans mettre en danger les employés, augmentait la prise de conscience du risque, et formait les employés aux équipements de protection nécessaires.

4.2.3. Littérature avec RV dans le secteur de la santé

En médecine de prévention, l'information sur la vaccination reste un élément de prévention primaire important, quasiment systématique à chaque visite, et complémentaire à l'information sur les autres risques. Il m'a paru intéressant de regarder les liens possibles entre RV et vaccination, notamment au vu de l'actualité récente avec la pandémie de COVID-19.

Dans le secteur de la santé, la RV a été utilisée afin de promouvoir l'intérêt de la vaccination au travers de la communication d'informations pour aider les personnes à prendre une décision éclairée en matière de vaccination.

Les auteurs Vandeweerd et al (31), ont mené une étude en 2021 en utilisant la réalité virtuelle gamifiée. Dans cette étude, les participants naviguaient sur une place publique dans des scénarios de vaccination faible et élevée et essayaient de ne pas être infectés, ou de ne pas infecter les autres. L'objectif était de communiquer le bénéfice social de l'immunité collective dans le contexte de la vaccination COVID-19 et de le comparer à l'efficacité d'une brève information textuelle accompagnée d'images. Les résultats de l'étude ont mis en évidence que l'intervention de la RV multipliait par trois la volonté de se faire vacciner par rapport à l'information textuelle standard.

Une deuxième étude, menée par Mottelson et al (32), également en 2021, sous forme d'une expérience en ligne, a cherché à savoir si une intervention en RV pourrait augmenter les intentions de vaccinations. Elle a été menée sur un échantillon de propriétaires de casque de RV.

Tous les participants ont incarné un corps virtuel (jeune ou vieux) et ont reçu des informations d'un médecin généraliste sur les avantages personnels de la vaccination par rapport aux avantages collectifs et sociaux. Il en était ressorti une augmentation significative de l'intention de vaccination.

Néanmoins, ces deux études ne tiennent pas compte du fait que la RV immersive, technologie jeune et attractive, peut augmenter significativement l'intérêt et le plaisir des participants, ce qui peut par conséquent augmenter le résultat de l'apprentissage.

Une troisième étude menée par Plechata et al (33) a cherché à séparer l'effet de la nouveauté de la technologie sur l'intention de vaccination, de l'impact du contenu de la simulation de RV sur l'intention de vaccination.

Pour cela, ils ont comparé une simulation RV d'un scénario de mariage avec un contenu éducatif sur l'immunité collective (ayant pour but d'augmenter l'empathie), à la même expérience RV de mariage mais sans aucun contenu éducatif lié à l'immunité collective. Les deux contenus ont été comparés à un groupe contrôle sans aucun élément de vaccination. Le but était d'incarner une personne âgée non vaccinée cherchant à ne pas se faire contaminer.

L'étude faisait partie d'une exposition au musée d'histoire naturelle de Berlin et les participants ont été recrutés parmi les visiteurs (en excluant pour l'analyse statistique ceux ayant déjà une intention de vaccination et ceux ayant un attrait important pour la RV).

Les résultats ont mis en évidence une augmentation significative de l'intention de vaccination, que ce soit tant dans le groupe ayant eu les éléments narratifs que dans le groupe ne les ayant pas eus, sans différence significative.

Par ailleurs la différence était significative comparativement au groupe contrôle permettant d'en déduire que l'attrait de la nouvelle technologie n'a pas biaisé les résultats, même en tenant compte des facteurs psychologiques.

Ainsi, dans le secteur de la santé, les interventions de RV ont semblé être un outil efficace pour stimuler l'intention de vaccination.

Selon les résultats de notre étude, ainsi que ceux des différents articles étudiés, il semblerait que les outils de formation en RV pourraient être des outils d'importance majeure à développer pour améliorer la prévention des risques professionnels, notamment dans le secteur de la construction.

4.3. Forces et faiblesses

L'une des forces de notre étude est qu'elle reposait sur un grand nombre de personnes, et sur deux groupes similaires en termes de sexe. Elle reposait également sur un taux de remplissage de 100%, grâce à un questionnaire court et acceptable.

En revanche, la population étudiée était principalement composée d'hommes, ce qui ne nous a pas permis d'obtenir des données sur la population féminine dans le secteur de la construction. Les femmes étaient moins représentées que dans la population nationale des employés de la construction, mais cela était dû au fait que cette intervention ne s'adressait qu'à certains emplois de la construction, principalement sur les chantiers, où les femmes sont beaucoup moins représentées. La population féminine est principalement présente dans le secteur administratif des entreprises du bâtiment et des travaux publics, et n'est donc pas soumise aux mêmes risques professionnels.

Les salariés du groupe VM+RV étaient plus jeunes que les salariés du groupe VM, ce qui était similaire à la population globale des salariés de la construction en France. C'était un résultat attendu eu égard à l'appétence de la jeune génération pour les nouvelles technologies telles que la RV. Cette différence d'âge pourrait suggérer que si cet outil était déployé à plus grande échelle, la partie plus âgée de la population des employés de la construction ne serait pas concernée par les avantages de cet outil qu'elle pourrait ne pas vouloir utiliser.

Les salariés du groupe VM+RV étaient également plus souvent issus de petites entreprises, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'ils constituaient la population cible du service de santé au travail. Il est possible que cela ait influencé nos résultats puisque les grandes entreprises disposent de plus de ressources pour la prévention. Les employés de ces grandes entreprises pourraient donc trouver cette formation moins utile, mais nous pensons que cela n'a pas affecté l'interprétation de nos résultats.

Il faut également noter que l'utilisation de la RV était déjà (et est toujours) une pratique courante dans les services de santé au travail et que notre étude n'a pas modifié ces pratiques, hormis l'ajout du questionnaire. Nous pensons donc que notre intervention n'a pas biaisé nos résultats.

Le questionnaire utilisé, basé sur l'outil LIMESUVEY™, n'a bénéficié d'aucune étude de validation préalable. Il est cependant basé en partie sur le modèle Kirkpatrick, outil qui reste une référence d'efficacité dans l'évaluation des formations. (34)

Par ailleurs, nous avons exclu de notre étude les personnes ne maîtrisant pas assez le français, cela pouvant engendrer des difficultés à comprendre les questions de la formation. Or ces personnes, du fait de cette carence, font certainement partie des personnes les plus à risque d'avoir un accident du travail en raison d'une mauvaise compréhension des consignes de sécurité notamment. Cela n'a pas remis en cause la validité de nos résultats, mais souligne le fait que ce groupe de salariés n'est pas plus accessible à la prévention par cet outil. Une version traduite dans les langues couramment utilisées sur chantier serait intéressante. En pratique, une version en Anglais et en Portugais existait déjà pour le logiciel utilisé.

Tous les salariés ayant participé n'ont été vus qu'une seule fois par le SMIBTP. Il n'était donc pas possible d'évaluer l'impact de la répétition de ces formations en RV. De même, le design de l'étude ne permettait pas d'évaluer l'impact de cette formation à distance. Il s'agissait d'une limite majeure de notre étude car, si ces résultats ont été encourageants, d'autres études seraient nécessaires pour évaluer l'impact à long terme de la formation en RV sur les connaissances et le sentiment d'efficacité personnelle dans la prévention des risques professionnels, mais aussi pour étudier son impact en termes de réduction de la survenue des accidents du travail.

Dans le cadre de notre étude, aucune donnée susceptible d'être utilisée pour identifier les salariés n'a été collectée. Notre objectif étant de nous rapprocher le plus possible des conditions réelles d'utilisation de l'outil, nous savions que la collecte de données d'identification aurait pu réduire significativement la participation à notre étude. Si nous devions réaliser une nouvelle évaluation à distance dans notre situation, elle devrait logiquement être réalisée dans les conditions normales des visites médicales systématiques des services de santé au travail, et donc globalement dans les 2 à 5 ans suivant notre étude. Nous demanderions alors aux salariés venant en visite s'ils ont déjà bénéficié d'une

formation à la RV et si oui, nous leur soumettrions un questionnaire. Cela permettrait par exemple de recueillir le niveau de compétence restant, découlant de cette précédente formation en RV.

4.4. Effets néfastes de la RV

D'autres études seront nécessaires pour évaluer l'acceptabilité de la RV. En effet, l'un des effets secondaires classiques de la RV est le mal des transports et certaines sessions de RV ont dû être interrompues à cause de symptômes tels que les nausées (35).

Un rapport de l'ANSES datant de juin 2021, décrit le résultat de l'expertise collective menée au sujet des effets sanitaires liés à une exposition à la réalité virtuelle et/ou à la réalité augmentée (36)

Cette expertise se justifiait devant l'augmentation de l'offre et la diffusion rapide de visiocasques destinés au grand public. La plupart des fabricants de visiocasques mettent en garde les utilisateurs, dans les notices d'emploi, contre de possibles situations d'inconfort (fatigue visuelle, nausées, étourdissements, etc.) et déconseillent même l'usage de ces dispositifs par les enfants de moins de 12 ou 13 ans, sans pour autant accompagner ces mises en garde d'un argumentaire scientifique.

Le risque principal en lien avec l'exposition à la RV concerne la perturbation du système sensoriel, conduisant à des symptômes de type vertiges, nausées, pâleur, sueurs, pertes d'équilibre. Ces symptômes sont regroupés sous le terme de cybercinétose, qui fait l'objet d'une très grande majorité des publications étudiées et recensées dans l'expertise. Cette cybercinétose peut apparaître très rapidement après le début de l'expérience (moins de 5 minutes), et est dépendante du contenu (tours de montagnes russes, ou au contraire paysage calme, ...), du champ visuel sollicité (plus il est large, plus les symptômes peuvent être intenses), ou encore de l'interface visuelle et du mode d'interaction.

Les symptômes visuels sont les plus fréquents dans la cybercinétose et peuvent se traduire par une fatigue visuelle, une vision trouble et des maux de têtes. Le délai d'apparition est de quelques minutes à quelques heures.

À la suite d'une séance, peut également apparaître de manière temporaire une modification des capacités sensorimotrices et perceptives, qui altère l'habileté manuelle ou la capacité à orienter son corps.

Les écrans LED (diodes à électroluminescences) utilisés par la réalité virtuelle peuvent également être mis en cause. Potentiellement riches en lumière bleue, ils peuvent perturber le rythme biologique (retard à l'endormissement, perturbation du sommeil...) lorsqu'ils sont visionnés en soirée ou la nuit.

Les personnes sujettes à l'épilepsie doivent d'ailleurs se montrer vigilantes puisque l'exposition à la lumière émise par ces écrans à LED (clignotement parfois imperceptible par l'œil) peut déclencher des crises.

Il est par ailleurs possible de limiter ou d'éviter la survenue de ces effets en observant un temps de repos d'une à deux heures après une séance afin de laisser à l'organisme le temps de se réhabituer au monde réel, mais également en arrêtant une séance dès l'apparition des symptômes.

Il est également recommandé que les personnes sensibles, comme les femmes enceintes, les épileptiques connus ou les personnes sujettes au mal des transports évitent l'utilisation de la RV.

De manière générale, l'intensité de tous ces effets dépend des interfaces et du contenu proposé, mais aussi de la sensibilité individuelle de chacun.

Quant aux effets néfastes pour lesquels il n'est pas possible de conclure, l'ANSES évoque des troubles sur le long terme, comme des troubles musculosquelettiques.

Par ailleurs, il existe très peu de données sur les éventuelles conséquences neurologiques ou les effets sur le développement, qui mériteraient d'être davantage investiguées.

La RV pourrait donc altérer les capacités sensorimotrices et perceptuelles, avec des effets qui pourraient durer plusieurs heures après l'exposition, voire plusieurs jours, et ainsi provoquer une majoration des accidents du travail chez les salariés ayant réalisé une séance de prévention en RV mal tolérée.

MAHIEU Isabelle

Il apparait important de mettre une contre-indication à la RV pour les salariés épileptiques, ou souffrant d'une sensibilité au mal des transports.

5. Conclusion

En médecine du travail, la prévention primaire des risques professionnels dans le secteur de la construction reste un levier important pour diminuer le nombre d'accidents du travail, souvent mortels ou handicapants, coûteux pour la société.

Dans la grande majorité des services de prévention en santé travail, cette prévention est actuellement effectuée au cours des visites médicales systématiques, de façon théorique, en prodiguant des conseils de prévention au salarié.

Cette étude a recherché l'intérêt ou non de compléter cette prévention théorique à l'aide d'une formation pratique en RV.

Nous avons ainsi pu démontrer que l'utilisation de la RV lors des visites médicales pourrait avoir un impact positif sur la prévention des risques professionnels dans le secteur de la construction, et notamment auprès de la jeune génération, plus encline à s'adapter à l'utilisation de cette technologie.

Il pourrait s'agir d'un outil d'importance majeure compte tenu de son accessibilité et de l'adhésion de la population à cet outil complémentaire.

Néanmoins, son impact sur la prévention à long terme devra être étudié et évalué par des études complémentaires, ainsi que la possibilité d'adapter cette technologie aux générations plus âgées, et aux salariés ne maîtrisant pas correctement le Français.

Bibliographie

1. Pinto A, Nunes IL, Ribeiro RA. Occupational risk assessment in construction industry – Overview and reflection. *Saf Sci.* 1 juin 2011;49(5):616-24.
2. Caisse nationale de l'Assurance Maladie. Rapport annuel 2020 de l'Assurance Maladie - Risques professionnels Éléments statistiques et financiers. 2020;
3. Lecocq C, Dupuis, B, Forest H, Lanouziere H. Santé au travail : vers un système simplifié pour une prévention renforcée. Rapport fait à la demande du Premier Ministre. Aout 2018;
4. Institut national de la statistique et des études économiques. Les entreprises en France. 8 nov 2018;
5. Article L4622-8 - Code du travail - Légifrance [Internet]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043893809
6. Article L4622-4 - Code du travail - Légifrance [Internet]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043893821
7. Article L4622-2 - Code du travail - Légifrance [Internet]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043893828
8. Article L4624-1 - Code du travail - Légifrance [Internet]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043909039
9. Article L4624-2 - Code du travail - Légifrance [Internet]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000033024916
10. Article L4161-1 - Code du travail - Légifrance [Internet]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000035640694/
11. Article R4624-23 - Code du travail - Légifrance [Internet]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000045676897
12. Chamot S, Mahieu I, Manaouil C. Visites de fin de carrière et de fin d'exposition. *Rev Prat.* sept 2022;72.

13. Article R4624-28-2 - Code du travail - Légifrance [Internet]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043927913
14. Rutkowski S, Rutkowska A, Jastrzębski D, Racheńiuk H, Pawełczyk W, Szczegielniak J. Effect of Virtual Reality-Based Rehabilitation on Physical Fitness in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *J Hum Kinet*. 18 oct 2019;69:149-57.
15. Rutkowski S, Rutkowska A, Kiper P, Jastrzebski D, Racheńiuk H, Turolla A, et al. Virtual Reality Rehabilitation in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Controlled Trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 13 janv 2020;15:117-24.
16. Namkoong K, Chen J, Leach J, Song Y, Vincent S, Byrd AP, et al. Virtual reality for public health: a study on a VR intervention to enhance occupational injury prevention. *J Public Health Oxf Engl*. 20 janv 2022;fdab407.
17. Rutkowski S, Kiper P, Cacciante L, Cieślík B, Mazurek J, Turolla A, et al. Use of virtual reality-based training in different fields of rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *J Rehabil Med*. 19 nov 2020;52(11):jrm00121.
18. L B. L'histoire de la VR en 7 étapes : de la science-fiction à votre salon [Internet]. *Réalité-Virtuelle.com*. 2017. Disponible sur: <https://www.realite-virtuelle.com/histoire-vr-7-etapes-1511/>
19. Utilisateurs actifs de produits de réalité virtuelle dans le monde 2014-2018 [Internet]. *Statista*. Disponible sur: <https://fr.statista.com/statistiques/578259/nombre-d-utilisateurs-de-produits-de-realite-virtuelle-dans-le-monde/>
20. Infographie: Les mondes virtuels restent peu visités jusqu'à présent [Internet]. *Statista Infographies*. 2022. Disponible sur: <https://fr.statista.com/infographie/28462/estimation-et-prevision-nombre-utilisateurs-casques-realite-virtuelle-augmentee-dans-le-monde/>
21. R S. Chiffres VR : les statistiques-clés du secteur à connaître pour bien préparer 2021 [Internet]. *Réalité-Virtuelle.com*. 2021. Disponible sur: <https://www.realite-virtuelle.com/chiffres-vr-2021/>

22. Clot Y. Le travail à coeur : Pour en finir avec les risques psychosociaux. La Découverte. 2015. (Poche / Essais).
23. ViRtual Création - expert en Réalité Virtuelle (VR) à Strasbourg en Alsace [Internet]. Virtual Creation. Disponible sur: <https://virtualcreation.fr/>
24. Observatoire des métiers du BTP. Les chiffres Clés du BTP : Les salariés du BTP [Internet]. 2019. Disponible sur: <https://dataviz.metiers-btp.fr/salaries/age>
25. CIBTP. Les salariés du BTP [Internet]. 2019. Disponible sur: <https://www.cibtp.fr/documentation/rapports-statistiques/les-salaries-du-btp>
26. Eiris R, Gheisari M, Esmaeili B. PARS: Using Augmented 360-Degree Panoramas of Reality for Construction Safety Training. *Int J Environ Res Public Health*. 3 nov 2018;15(11):E2452.
27. Nykänen M, Puro V, Tiikkaja M, Kannisto H, Lantto E, Simpura F, et al. Implementing and evaluating novel safety training methods for construction sector workers: Results of a randomized controlled trial. *J Safety Res*. déc 2020;75:205-21.
28. Simeonov P, Hsiao H, Powers J, Ammons D, Kau T, Amendola A. Postural stability effects of random vibration at the feet of construction workers in simulated elevation. *Appl Ergon*. juill 2011;42(5):672-81.
29. Filigenzi M, Orr T, Ruff T. Virtual Reality for Mine Safety Training. *Appl Occup Environ Hyg*. 1 juill 2000;15:465-9.
30. Choi M, Ahn S, Seo J. VR-Based investigation of forklift operator situation awareness for preventing collision accidents. *Accid Anal Prev*. mars 2020;136:105404.
31. Vandeweerdt C, Luong T, Atchapero M, Mottelson A, Holz C, Makransky G, et al. Virtual reality reduces COVID-19 vaccine hesitancy in the wild: a randomized trial. *Sci Rep*. 17 mars 2022;12:4593.
32. Mottelson A, Vandeweerdt C, Atchapero M, Luong T, Holz C, Böhm R, et al. A self-administered virtual reality intervention increases COVID-19 vaccination intention. *Vaccine*. 5 nov 2021;39(46):6746-53.

33. Plechatá A, Vandeweerd C, Atchapero M, Luong T, Holz C, Betsch C, et al. Experiencing herd immunity in virtual reality increases COVID-19 vaccination intention: Evidence from a large-scale field intervention study. *Comput Hum Behav.* févr 2023;139:107533.
34. Sarah.akel. Évaluation des formations : comment utiliser le modèle de Kirkpatrick ? [Internet]. *Change the work.* 2021. Disponible sur: <https://changethework.com/modele-de-kirkpatrick-formation/>
35. Leung AK, Hon KL. Motion sickness: an overview. *Drugs Context.* 13 déc 2019;8:2019-9-4.
36. Anses. Expositions aux technologies de réalité virtuelle et/ou augmentée. Avis de l'Anses. 2021 [Internet]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2017SA0076Ra.pdf>

Annexe 1 : Les différents rendez-vous possible dans les SPST

Type de rendez-vous	Quand	Qui la demande	Qui la réalise	Spécificité
Visite d'embauche et visite périodique	Périodicité allant de 2 à 5 ans selon les risques, l'état de santé et le SPST	SPST en lien avec l'employeur	Médecin du travail ou infirmier en santé au travail selon les risques	Selon les situations, on parlera d'Examen Médical d'Aptitude, de Visite d'Information et de Prévention ou de Visite Intermédiaire
Visite occasionnelle = à la demande	Peu importe tant que la personne n'est pas en arrêt de travail	Travailleur, employeur, médecin du travail	Médecin du travail	Si le travailleur le demande, l'employeur n'en sera pas informé et dans ce cas les visites auront lieu en dehors du temps de travail.
Visite de reprise	Après une absence pour cause de maladie professionnelle (sans durée minimale) Après une absence d'au moins 30 jours pour cause d'accident du travail Après une absence d'au moins 60 jours pour cause de maladie ou d'accident non professionnel	L'employeur	Médecin du travail ou infirmière du travail	Obligatoire Un avis d'inaptitude peut être prononcé à l'issue de cette visite

	Après un congé maternité (sans durée minimale)			
Visite de pré-reprise	Après 30 jours d'arrêt de travail	Médecin traitant, médecin conseil, travailleur, médecin du travail	Médecin du travail ou infirmière du travail	Outil de maintien en emploi très important pour le pronostic professionnel
Rendez-vous de liaison	Après 30 jours d'arrêt de travail	L'employeur ou le travailleur	Médecin du travail, infirmier ou autre personnel chargé de la prévention des risques professionnels	Le SPST est associé à ce rendez-vous mais n'est pas à l'initiative, et il pourra se dérouler en dehors des SPST
Visite de mi- carrière	Cas général : à 45 ans	SPST	Médecin du travail ou infirmier en santé au travail exerçant en pratiques avancées	Objectif de prévention de la désinsertion professionnelle
Visite de fin d'exposition	A la fin de l'exposition à un risque particulier	L'employeur ou à défaut le travailleur	Médecin du travail	Le cas échéant, mise en place d'une surveillance post-exposition par le SPST
Visite de fin de carrière	Avant le départ en retraite pour un travailleur qui a été exposé à un risque particulier	L'employeur informe le SPST du départ en retraite, ou à défaut le travailleur	Médecin du travail	Le cas échéant, information du travailleur sur une possible surveillance post-professionnelle en lien avec l'Assurance Maladie

Annexe 2 : Captures d'écrans du questionnaire

Source : LimeSurvey

Ce questionnaire n'est actuellement pas activé. Vous ne pourrez pas sauver vos réponses. ✕

VR SMIBTP

Il y a 5 questions dans ce questionnaire.

Ce questionnaire est anonyme.

L'enregistrement de vos réponses à ce questionnaire ne contient aucune information permettant de vous identifier, à moins que l'une des questions ne vous le demande explicitement.

Si vous avez utilisé un code pour accéder à ce questionnaire, soyez assuré qu'aucune information concernant ce code ne peut être enregistrée avec vos réponses. Il est géré sur une base séparée où il sera uniquement indiqué que vous avez (ou non) finalisé ce questionnaire. Il n'existe pas de moyen pour faire correspondre votre code à vos réponses sur ce questionnaire.

[Suivant](#)

Partie assistant(e) en santé au travail en charge du salarié

*Age du salarié :

📌 Seuls des nombres peuvent être entrés dans ce champ.

*Sexe :

Féminin Masculin

*Type d'entreprise (nombre de salariés) :

- 1 à 10 salariés
- 11 à 49 salariés
- 50 à 299 salariés
- > 300 salariés

*Type de visite :

- Visite médicale seule
- Visite médicale + réalité virtuelle

Ce questionnaire n'est actuellement pas activé. Vous ne pourrez pas sauver vos réponses.

Partie salarié(e)

*Après votre passage au SMIBTP ce jour :

	 Pas du tout	 Pas d'accord	 Bof	 D'accord	 Tout à fait
Votre venue au SMIBTP valait-elle le coup ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avez-vous appris des choses sur la prévention ?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vous sentez vous plus efficace sur la prévention ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Êtes-vous prêt à appliquer ces règles de prévention ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Vis-à-vis des autres collègues du chantier, ces règles de prévention peuvent-elles diminuer les risques?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Envoyer

Annexe 3 : Scènes de la formation BATVR

Source de l'ensemble des images de l'annexe 3 : Logiciel Bati-VR de Virtual Création

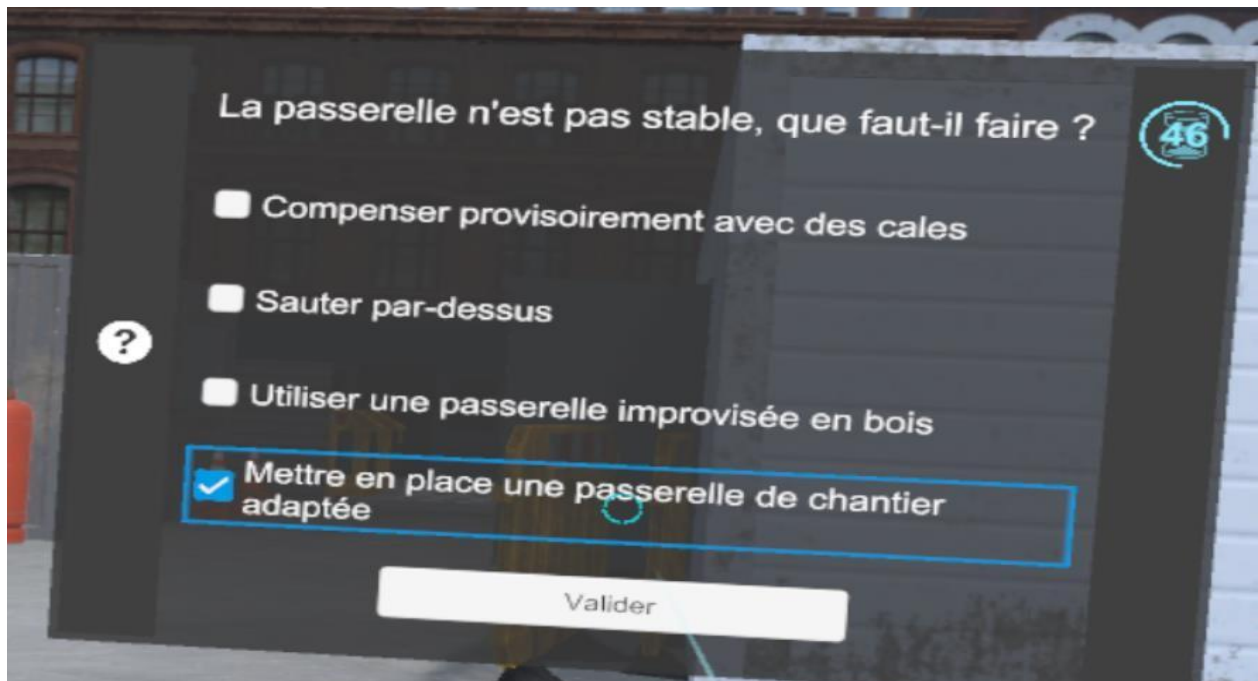


Arrivée sur chantier



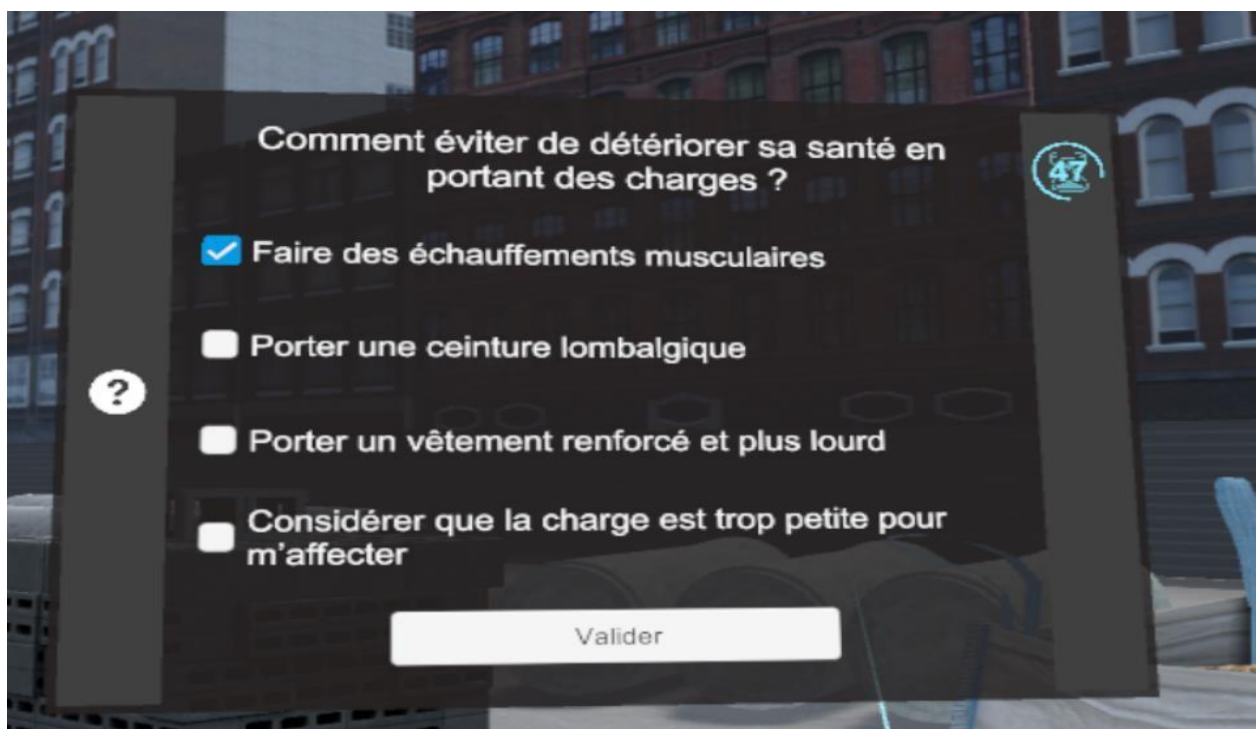
Scène 1 : ACTION : S'équiper

Réponse : Porter les EPI



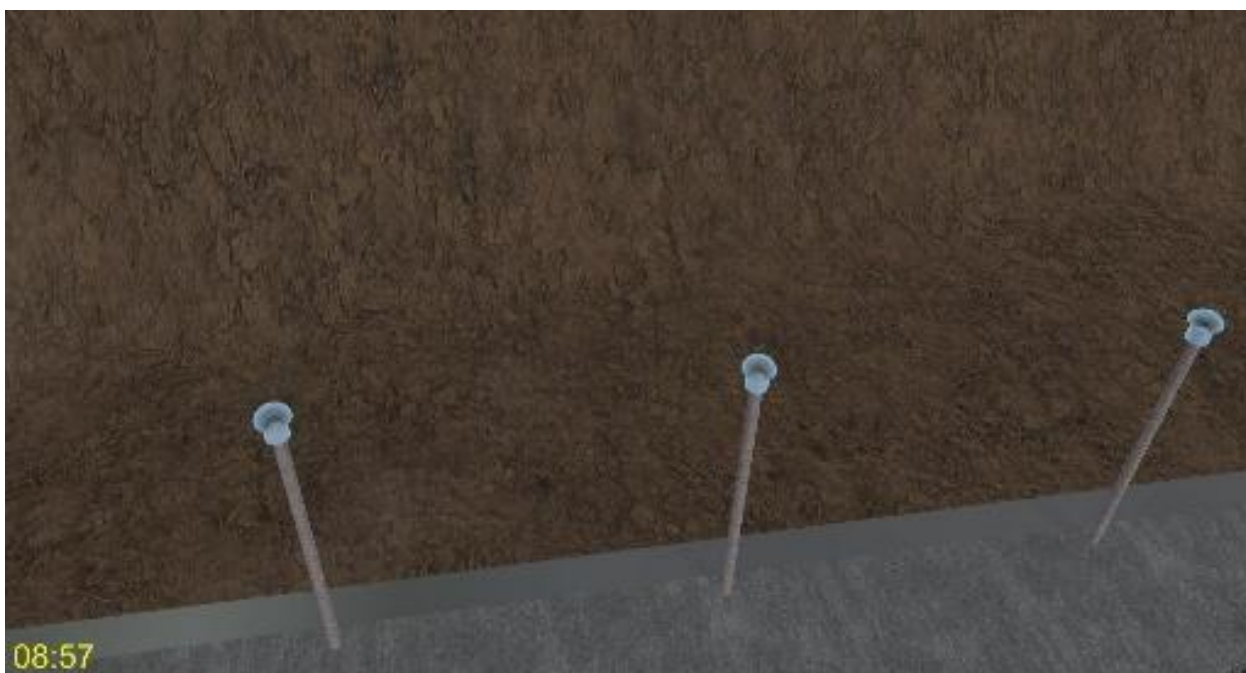
Scène 2 : QCM : La passerelle

Réponse : Choisir un matériel conforme en mettant en place une passerelle de chantier adaptée



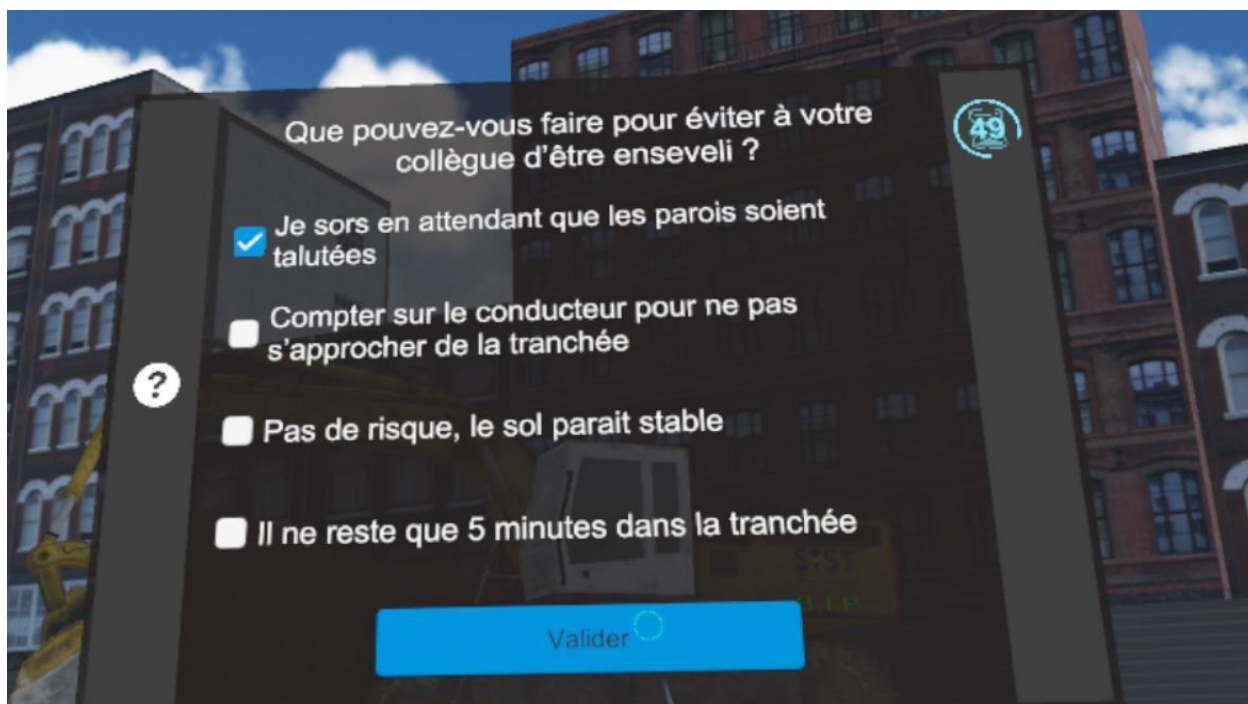
Scène 3 : QCM : Charges lourdes

Réponse : Faire des échauffements musculaires



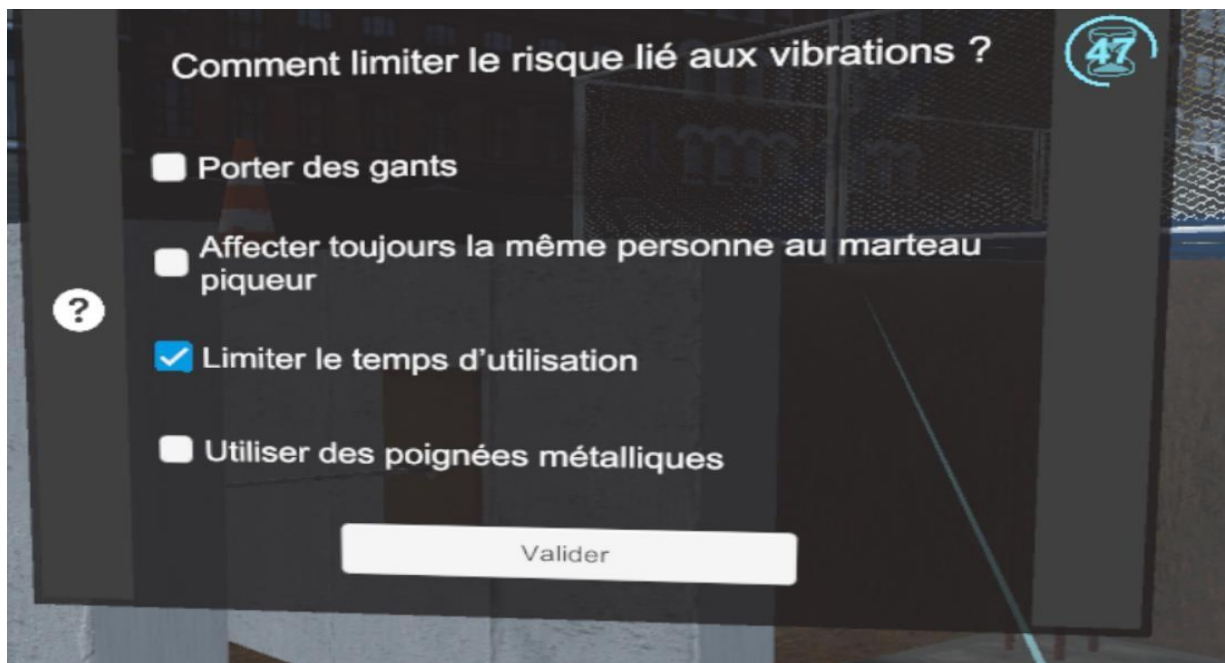
Scène 4 : ACTION : Les capuchons

Réponse : Mettre les capuchons sur les extrémités des barres de fer



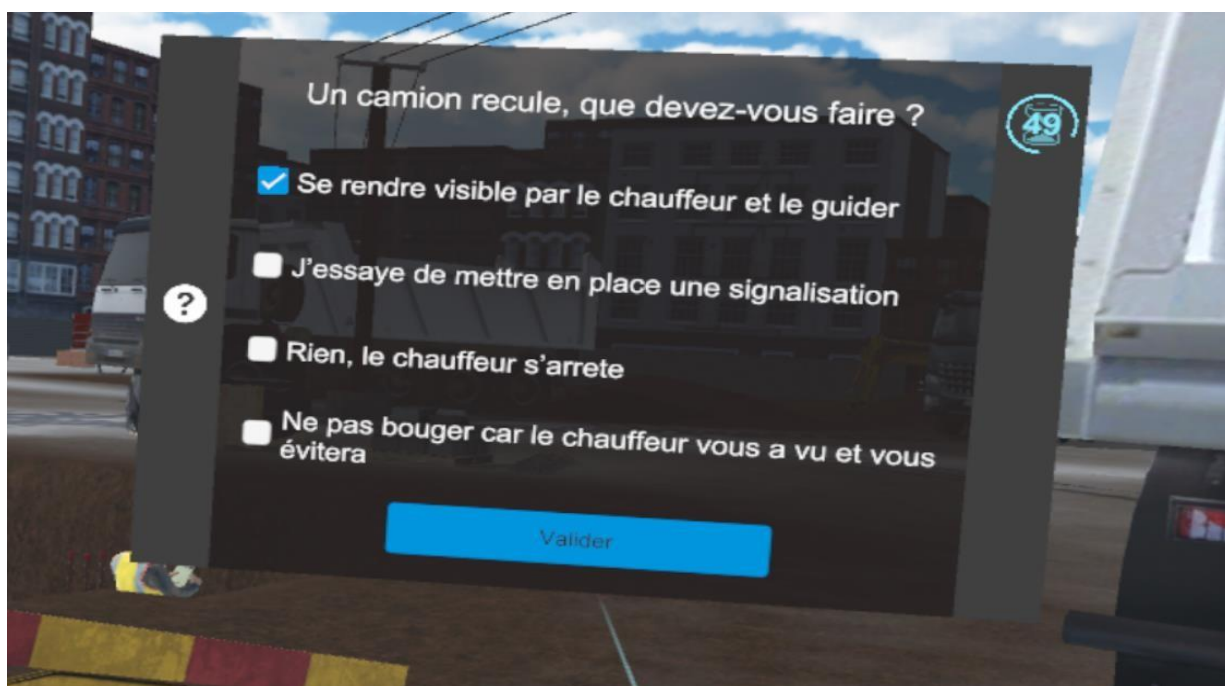
Scène 5 : QCM : Les tranchées

Réponses : Je sors en attendant que les parois soient talutées



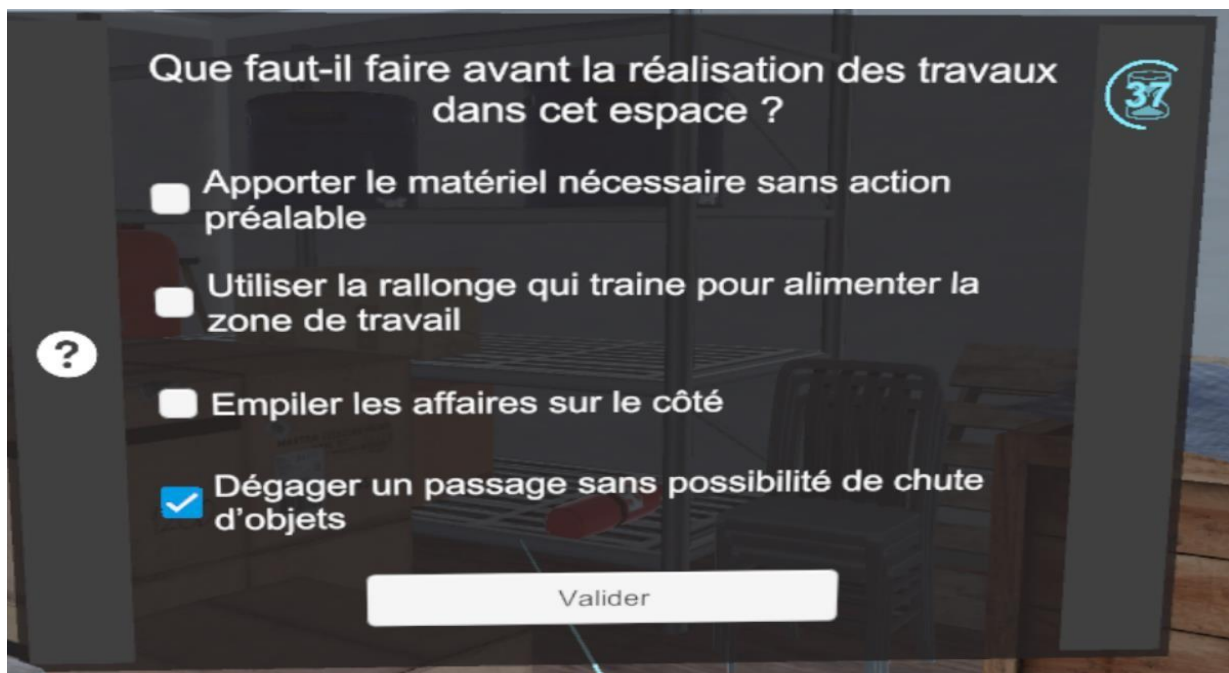
Scène 6 : QCM : Marteau piqueur

Réponse : Limiter le temps d'utilisation



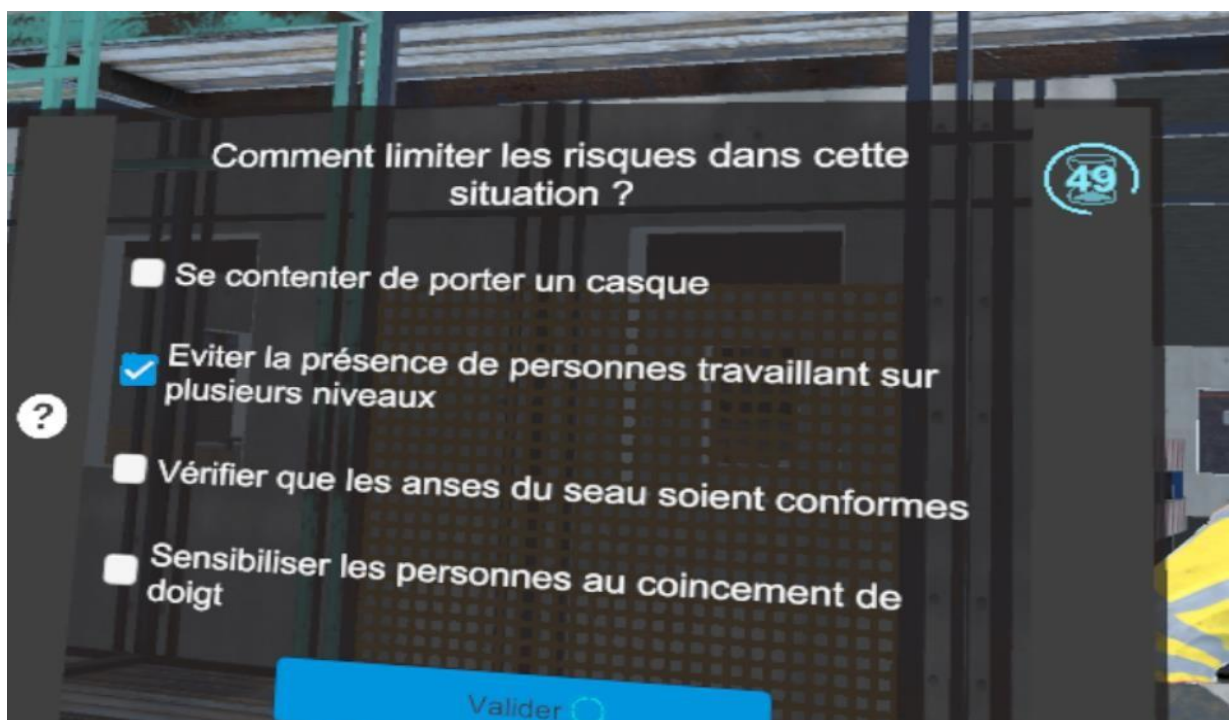
Scène 7 : QCM : Camion qui recule

Réponse : Se rendre visible par le chauffeur et le guider en sortant de l'emprise du camion et en prenant ses distances



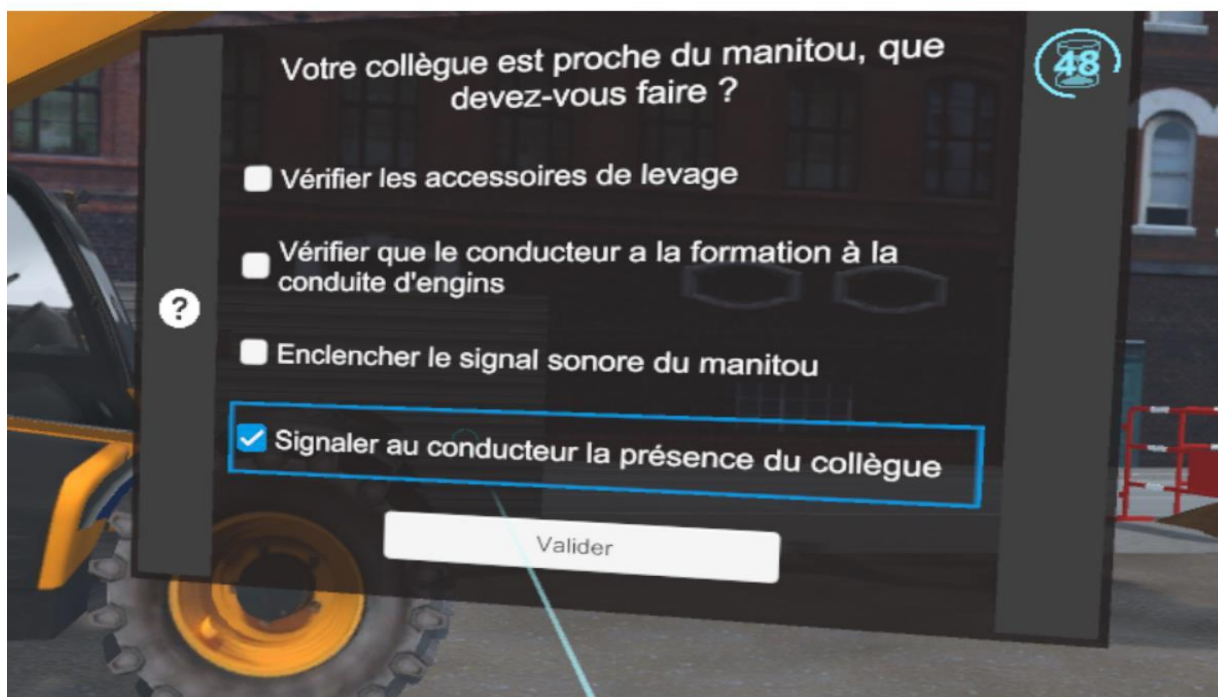
Scène 8 : QCM : Rangement

Réponse : Dégager un passage sans possibilité de chute d'objets



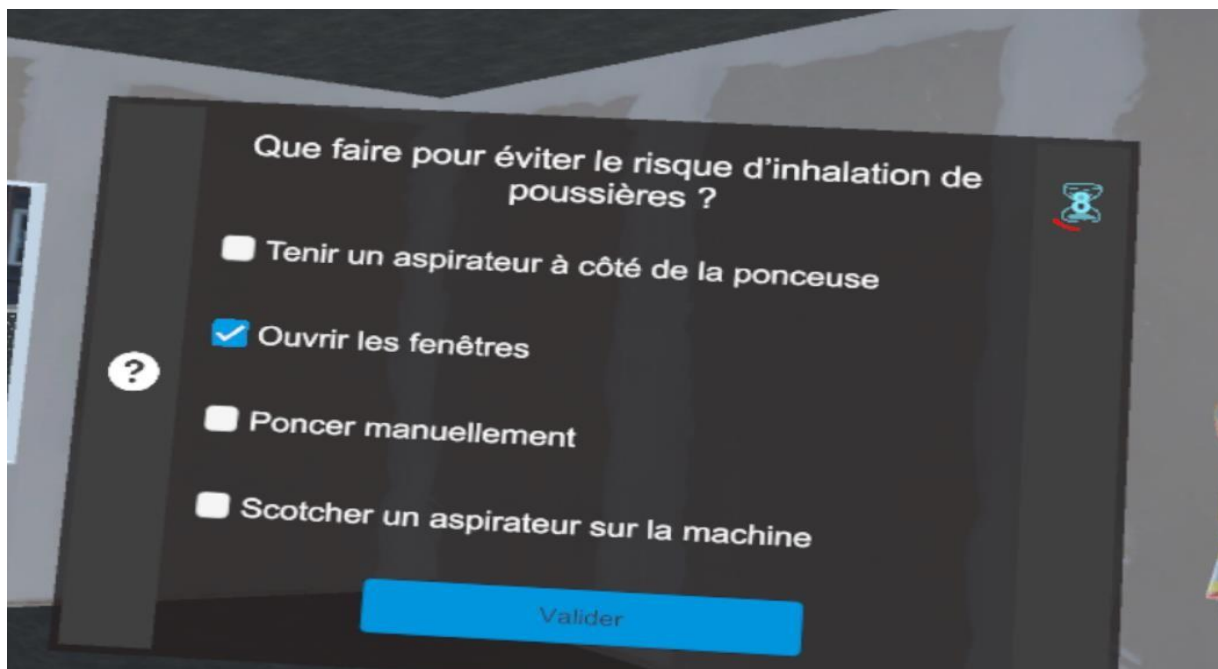
Scène 9 : QCM : Seau en hauteur

Réponse : Éviter la présence de personnes travaillant sur plusieurs niveaux



Scène 10 : QCM : Passage dangereux

Réponse : Signaler au conducteur la présence du collègue et délimiter la zone



Scène 11 : QCM : Ponçage

Réponses : Ouvrir les fenêtres OU Tenir un aspirateur à côté de la ponceuse



Scène 12 : ACTION : Tuyau d'eau

Réponse : Fermer complètement l'arrivée d'eau



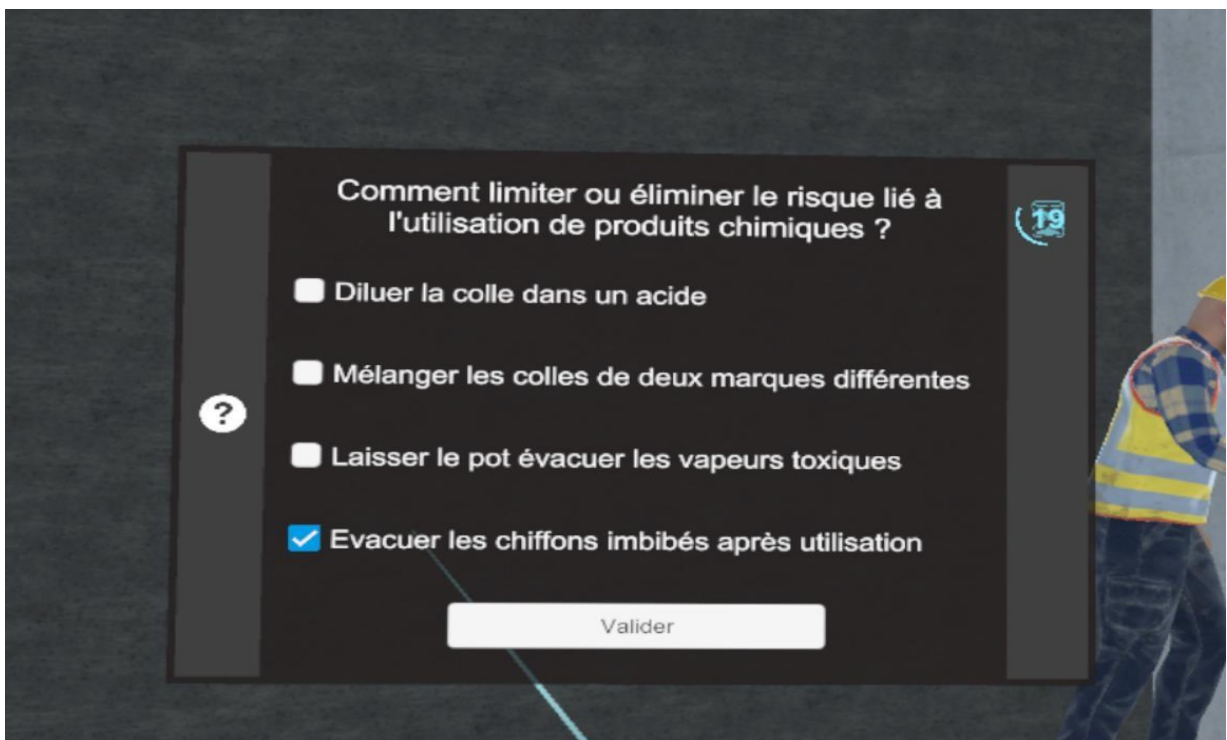
Scène 13 : QCM : Prise électrique

Réponse : Confier à un spécialiste la réparation des outils



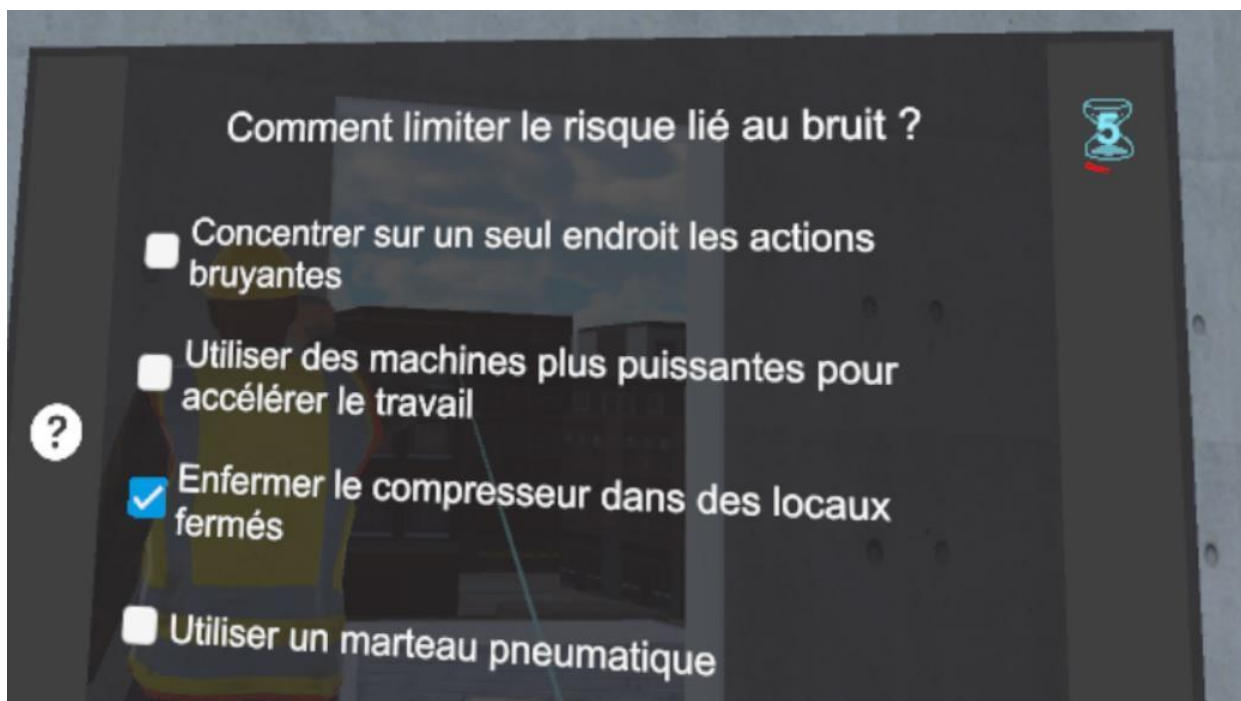
Scène 14 : ACTION : Récupérer le seau

Réponse : Récupérer le seau, en mettant les EPI avant d'y accéder



Scène 15 : QCM : Produit chimique

Réponse : Evacuer les chiffons imbibés après utilisation



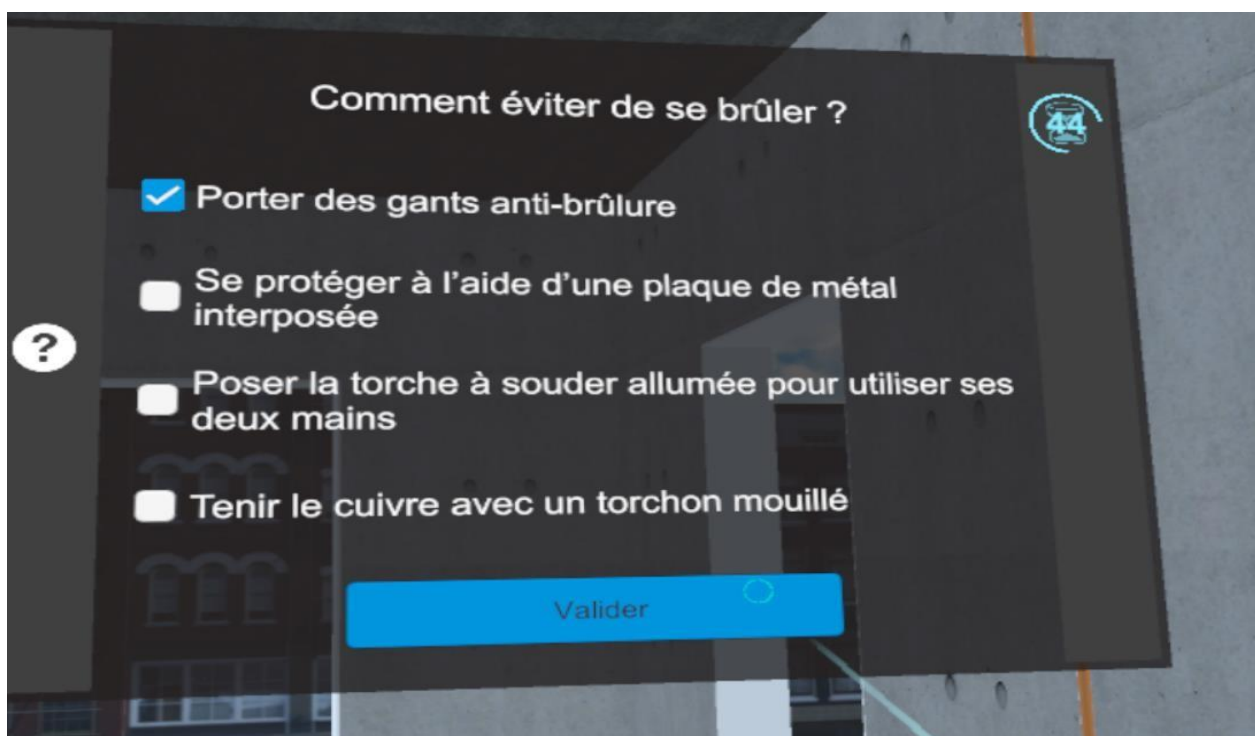
Scène 16 : QCM : Bruit

Réponse : Enfermer le compresseur dans des locaux fermés



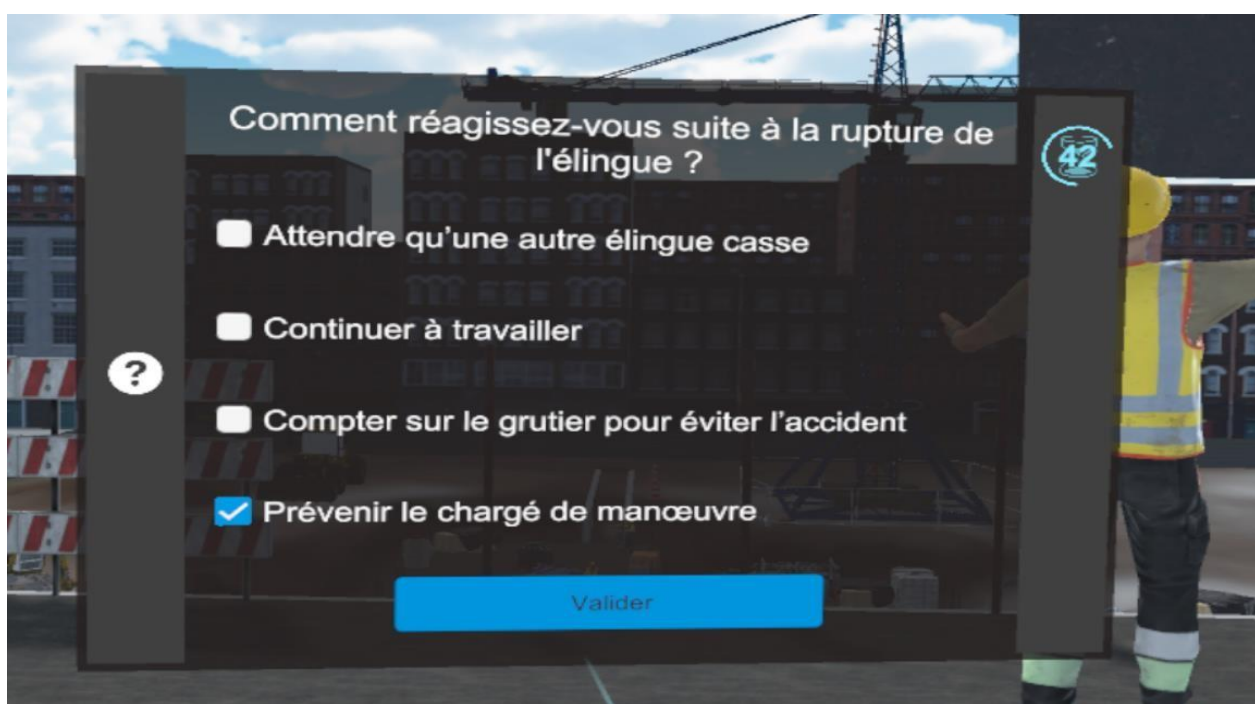
Scène 17 : ACTION : Bobine

Réponses : Placer la barrière de sécurité avant d'aller récupérer la bobine



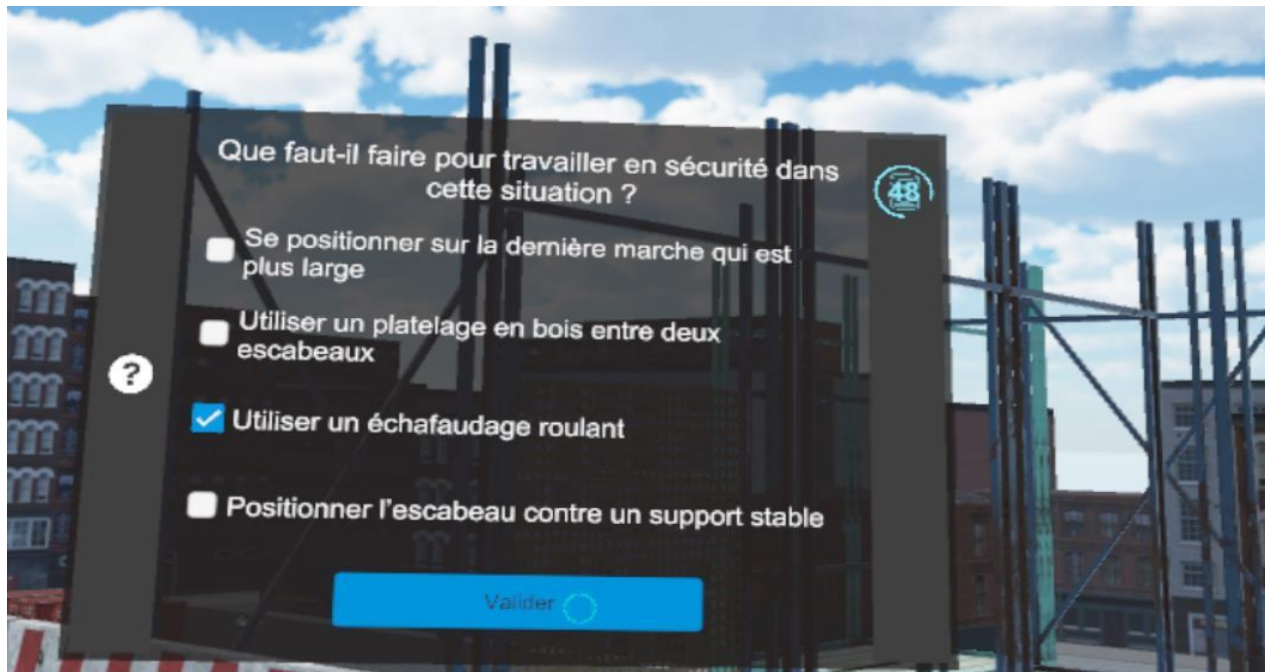
Scène 18 : QCM : Soudure

Réponse : Porter des gants anti-brûlure



Scène 19 : QCM : Plaque géante

Réponse : Prévenir le chargé de manœuvre



Scène 20 : QCM : Escabeau

Réponse : Utiliser un échafaudage roulant

Annexe 4 : Scènes de la formation TPVR

Source de l'ensemble des images de l'annexe 4 : Logiciel Bati-VR de Virtual création

Ne sont représentées ici que les scènes qui diffèrent de la formation BATVR. En effet certaines scènes sont identiques aux deux formations.

Scènes de la formation TPVR à retrouver dans l'annexe précédente :

- L'arrivée sur chantier
- Scène 1 : porter les EPI (=scène 1 BATVR)
- Scène 2 : La passerelle (=scène 2 BATVR)
- Scène 13 : Les capuchons (= scène 4 BATVR)
- Scène 15 : Marteau piqueur (= scène 6 BATVR)
- Scène 16 : Bobine (=scène 17 BATVR)
- Scène 17 : Camion qui recule (=scène 7 BATVR)
- Scène 21 : Passage dangereux (scène 10 BATVR)



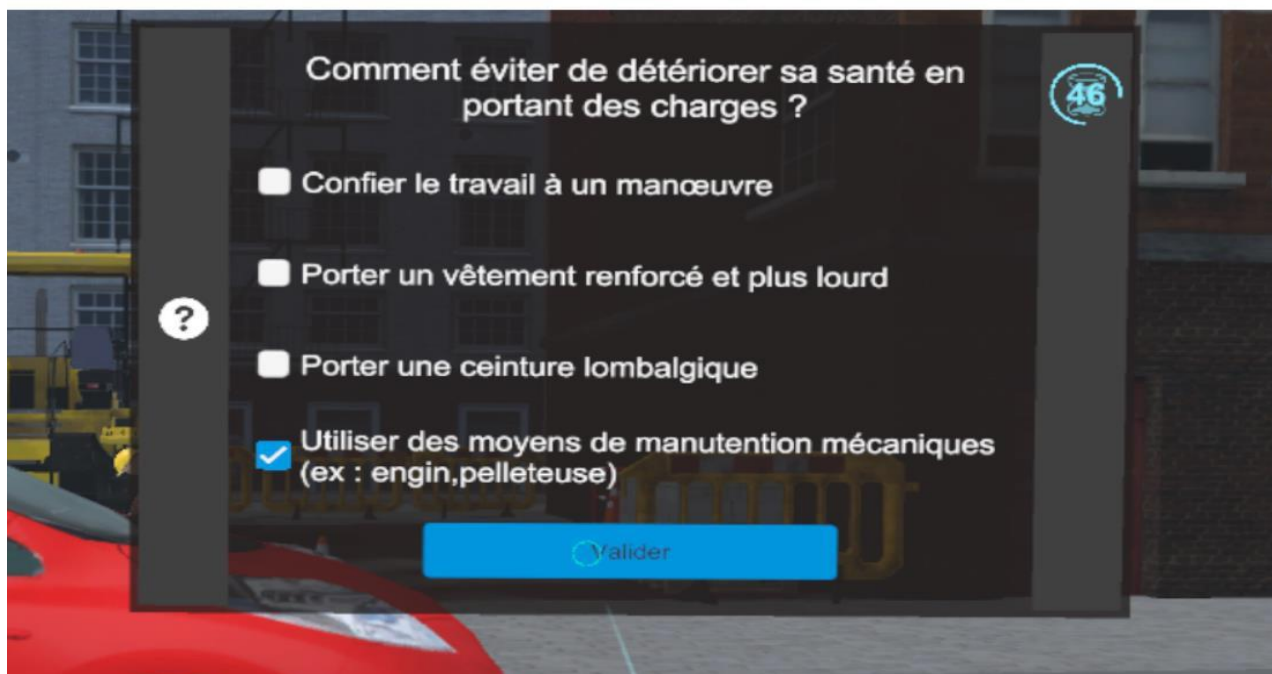
Scène 3 : ACTION : Passage à côté d'un engin

Réponse : Contourner l'engin par la gauche



Scène 4 : ACTION : Scie circulaire

Réponse : Mettre les EPI adaptés avant d'utiliser la scie



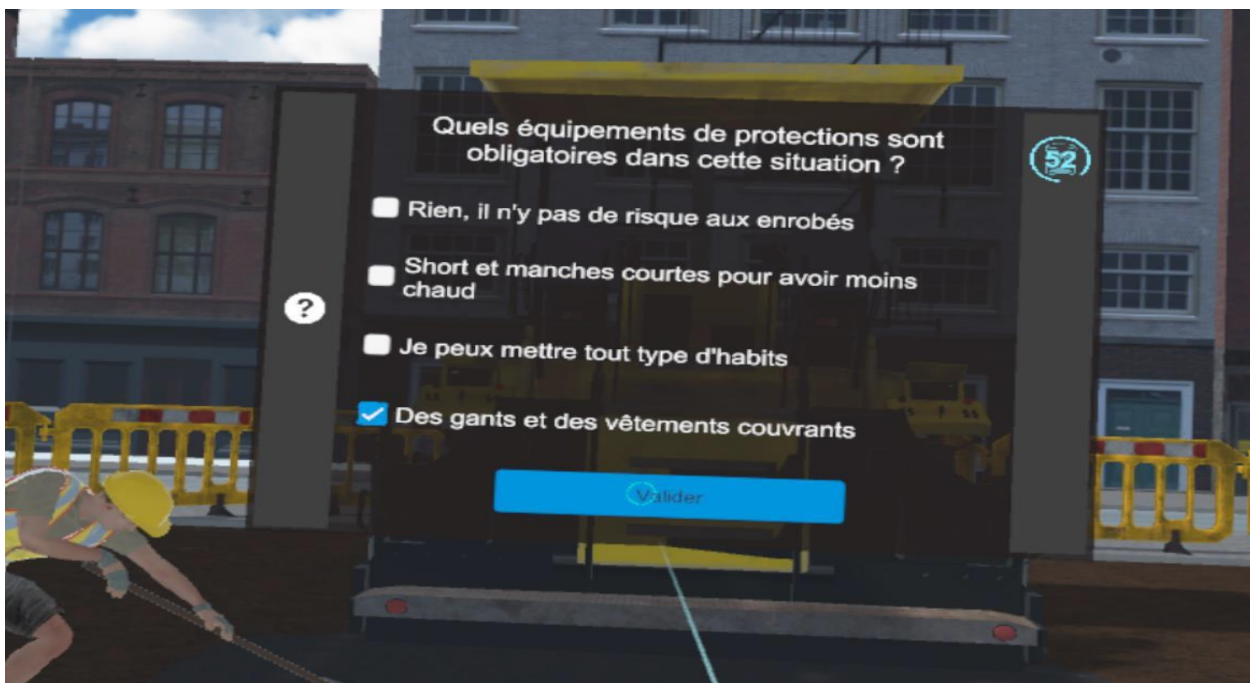
Scène 5 : QCM : Les charges lourdes

Réponse : Utiliser les moyens de manutention



Scène 6 : ACTION : signalisation

Réponse : Replacer les signalisations



Scène 7 : QCM : Vêtements adaptés :

Réponse : Porter un pantalon, des manches longues et des gants pour me protéger



Scène 8 : ACTION : Réparation moteur d'engin

Réponse : Couper le moteur avec le bouton rouge



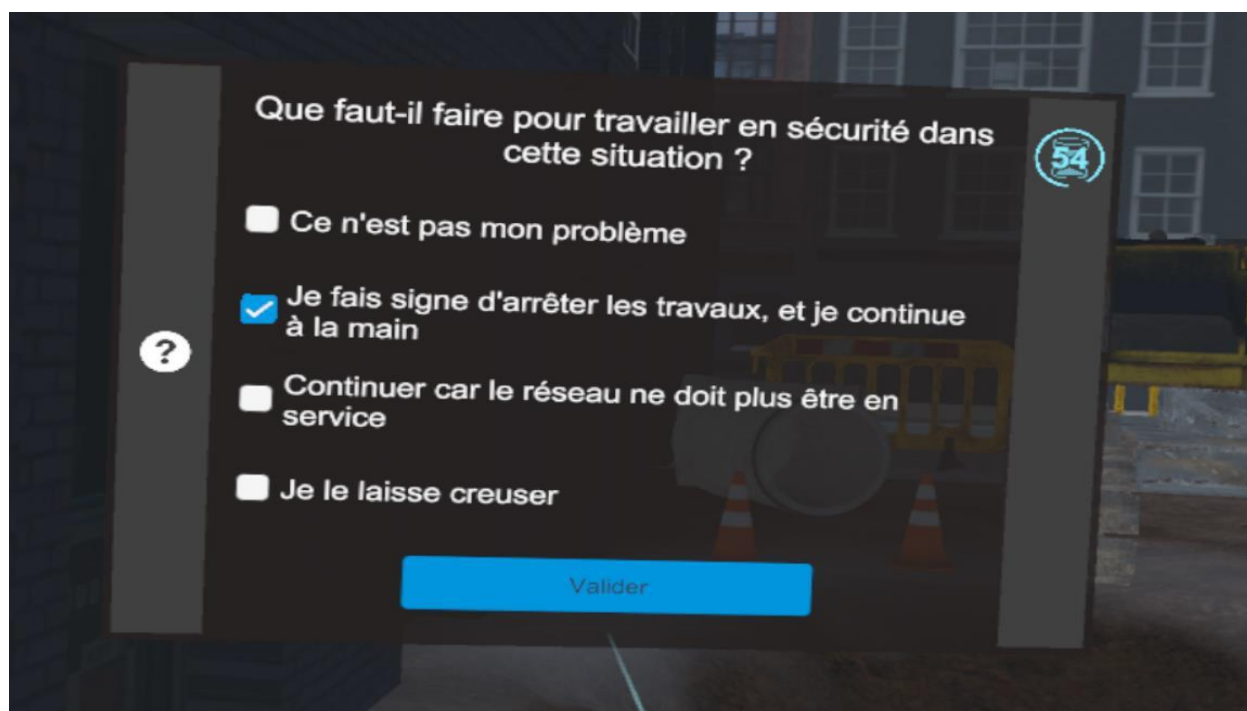
Scène 9 : QCM : Pollution

Réponse : Utiliser un kit anti-pollution



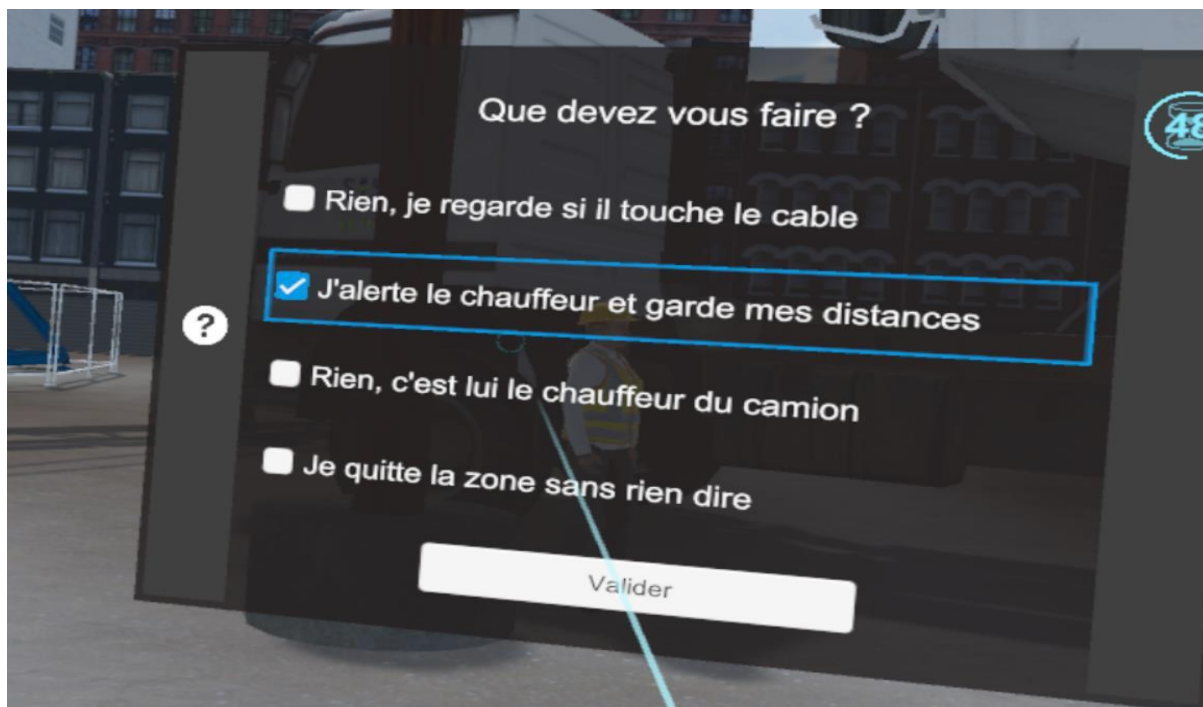
Scène 10 : ACTION : Aller chercher le sceau

Réponse : Utiliser le passage sécurisé à droite de la barrière de chantier



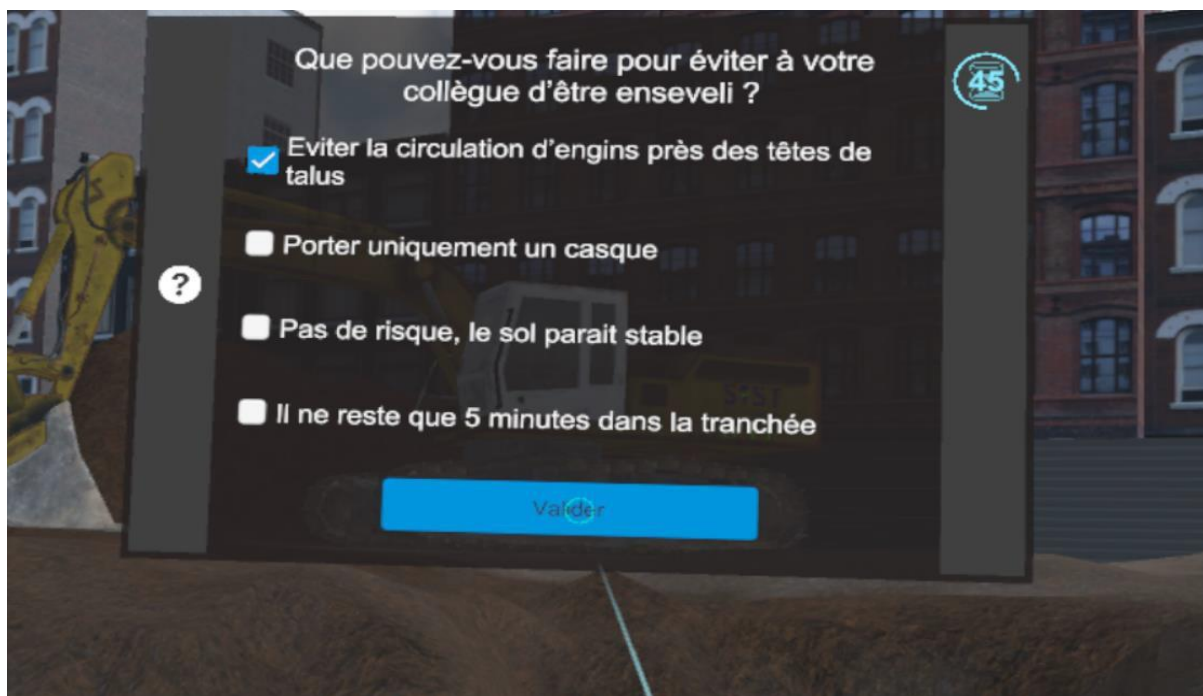
Scène 11 : QCM : Travaux réseaux enterrés

Réponse : Je fais signe d'arrêter les travaux et je continue à la main



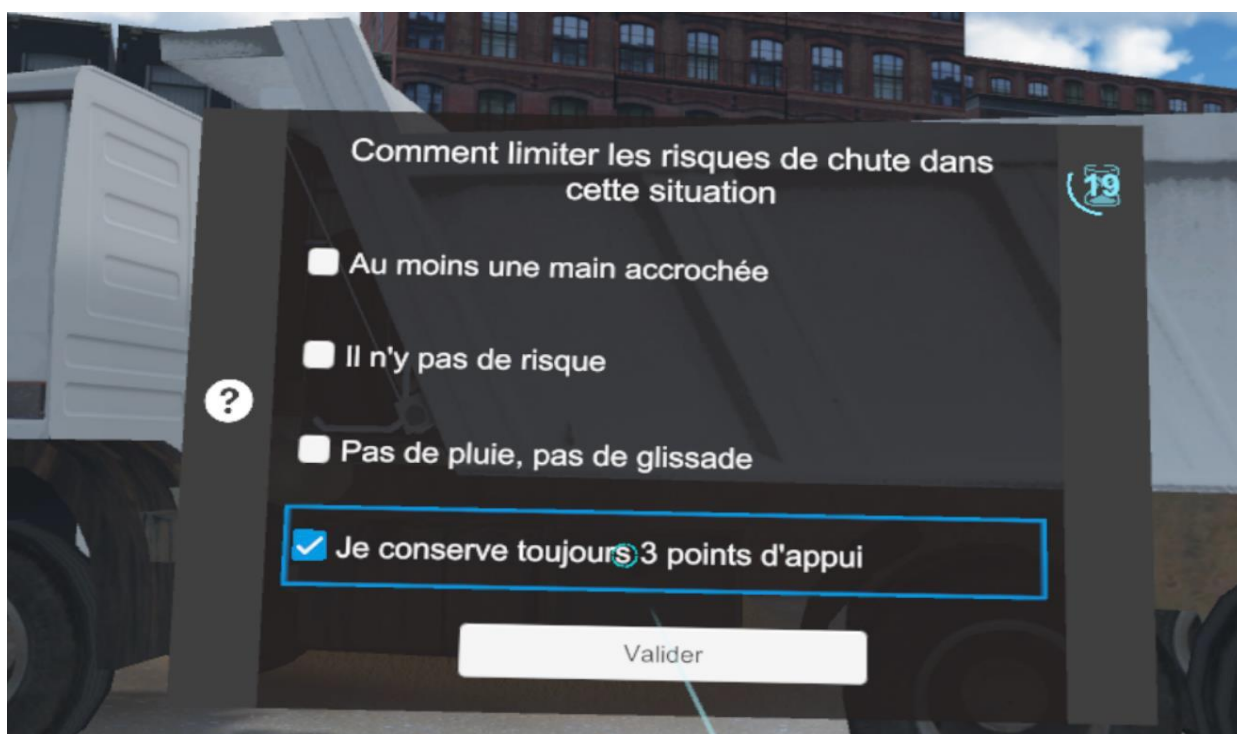
Scène 12 : QCM : Fils électriques

Réponse : J'alerte le chauffeur et je garde mes distances



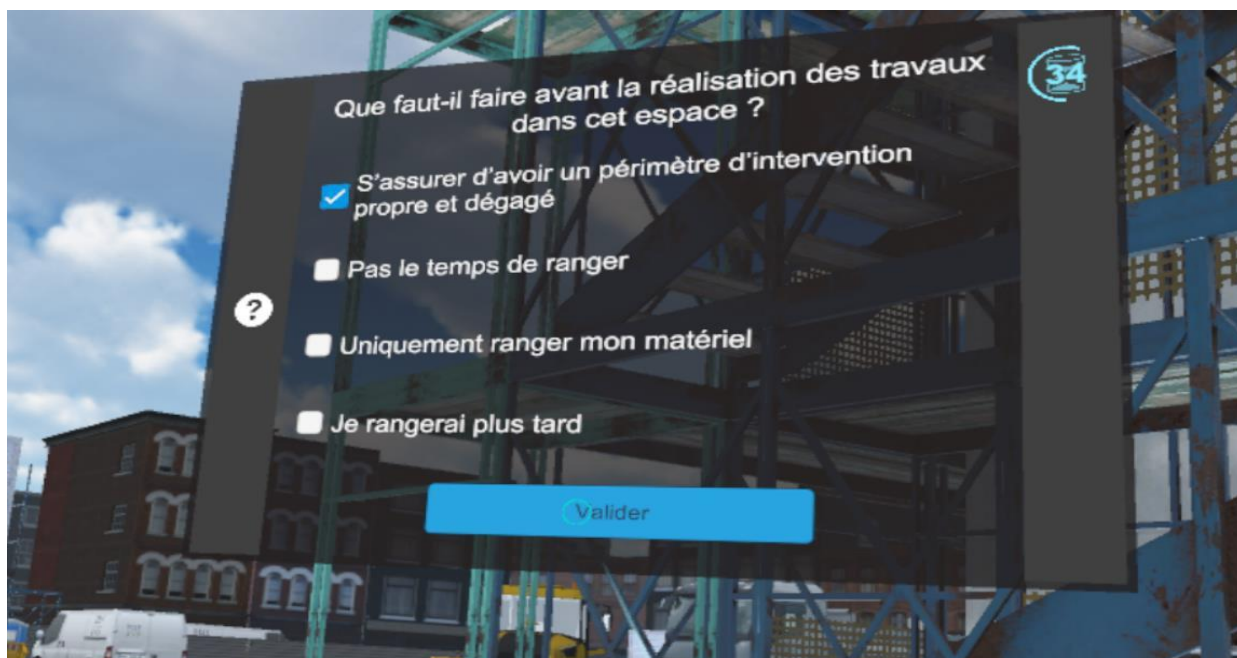
Scène 14 : QCM : Les tranchées

Réponse : Blinder et étayer les tranchées ou les parois de fouilles avant la circulation d'engins



Scène 18 : QCM : Monter dans un camion

Réponse : Je conserve toujours trois points d'appuis



Scène 19 : QCM : Ranger matériel extérieur

Réponse : S'assurer d'avoir un périmètre d'intervention propre et dégagé en ne laissant rien traîner



Scène 20 : ACTION : panneau électrique

Réponse : Mettre en place les barrières de sécurité situées à droite du panneau

Résumé

Introduction : La prévention dans le secteur d'activité du bâtiment est un point clé pour la réduction des accidents du travail dans ce secteur d'activité. L'objectif principal de cette étude est d'étudier l'impact d'un outil de formation en réalité virtuelle à la suite d'une visite médicale systématique de santé au travail sur le sentiment d'efficacité personnelle en prévention des risques professionnels liés à la coactivité sur les chantiers de construction.

Méthodes : Il s'agit d'une étude expérimentale menée auprès de salariés ayant bénéficié d'une visite médicale systématique entre le 1er avril 2022 et le 13 octobre 2022 dans un service de santé au travail français spécialisé dans le secteur de la construction, le SMIBTP. Les salariés ont été répartis en deux groupes selon la formation reçue : visite médicale (VM) seule ou couplée à une séance avec un outil de réalité virtuelle (RV). Nous avons comparé les scores de sentiment d'efficacité personnelle en prévention des risques professionnels avec un test exact de Fisher.

Résultats : 588 employés ont été inclus : 210 qui ont bénéficié de la visite médicale et 378 qui ont bénéficié de la visite médicale couplée à une formation à la RV. La formation avec les outils de RV était associée à une augmentation du sentiment d'auto-efficacité dans la prévention des risques professionnels. Les salariés ayant bénéficié de la formation ont déclaré vouloir davantage appliquer les conseils de prévention donnés, et pensaient que le risque sur le lieu de travail pouvait être réduit grâce à cet outil.

Conclusion : L'utilisation d'une formation en réalité virtuelle en complément d'une visite médicale systématique dans un service de santé au travail améliore le sentiment d'efficacité personnelle dans la prévention des risques professionnels à l'issue de la formation. Si cette tendance se confirme sur une plus longue période, elle pourrait constituer à l'avenir un levier de prévention facilement accessible pour les salariés.

Mots-clés : Réalité virtuelle, outil de formation virtuel, prévention, médecine du travail, construction.

Abstract

Objective: Prevention in the construction sector is a key point for the reduction of occupational accidents in this sector of activity. The main objective is to study the impact of a virtual reality training tool following a systematic occupational health medical visit on the feeling of personal effectiveness in preventing occupational risks related to co-activity on a construction site.

Methods: This is an experimental study of employees who had a systematic medical visit between April 1st, 2022 and October 13, 2022 at a french occupational health service specialized in the construction sector, the SMIBTP. The employees were divided into two groups according to the training received: medical visit (MV) alone or coupled with a session with a virtual reality (VR) tool. We have compared the scores of feeling of self efficacy in occupational risk prevention with a Fisher's exact test.

Results: 588 employees were included: 210 who received the medical visit and 378 who received the medical visit coupled with VR training. Training with VR tools was associated with an increase in the feeling of self-efficacy in occupational risk prevention. The employees who benefited from the training reported that they wanted to apply the prevention advice given to a greater extent and thought that the risk on the worksite could be reduced thanks to this tool

Conclusions: The use of virtual reality training as a complement to a systematic medical visit in an occupational health department improves the feeling of personal effectiveness in occupational risk prevention at the end of the training. If this trend is confirmed over a longer period of time, it could be an easily accessible prevention lever for employees in the future.

Keywords: Virtual reality, virtual training tool, prevention, occupational medicine, construction