

**Facteurs associés à l'adhésion aux pratiques de radioprotection
professionnelle chez le personnel hospitalier porteur de dosimètre :
mobilisation de la théorie du comportement planifié et du modèle COM-B**

Auteur : Nunes--Bosch, Sandra

Promoteur(s) : Pirlet, Véra

Faculté : Faculté de Médecine

Diplôme : Master en sciences de la santé publique, à finalité spécialisée en praticien spécialisé de santé publique

Année académique : 2025-2026

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/25394>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

**FACTEURS ASSOCIES A L'ADHESION AUX PRATIQUES DE
RADIOPROTECTION PROFESSIONNELLE CHEZ LE
PERSONNEL HOSPITALIER PORTEUR DE DOSIMETRE :
MOBILISATION DE LA THEORIE DU COMPORTEMENT
PLANIFIE ET DU MODELE COM-B**

Mémoire présenté par **Sandra NUNES--BOSCH**

en vue de l'obtention du grade de

Master en Sciences de la Santé publique

Finalité spécialisée en praticien spécialisé de santé publique

Année académique 2025 -2026

Engagement de non plagiat.

Je soussigné(e) NUNES--BOSCH Sandra

Matricule étudiant : s221926

Déclare avoir pris connaissance de la charte anti-plagiat de l'Université de Liège et des dispositions du Règlement général des études et des évaluations. Je suis pleinement consciente que la copie intégrale ou d'extraits de documents publiés sous quelque forme que ce soit (ouvrages, publications, rapports d'étudiant, internet, etc...) sans citation (i.e. mise en évidence de la citation par des guillemets) ni référence bibliographique précise est un plagiat qui constitue une violation des droits d'auteur relatifs aux documents originaux copiés indûment ainsi qu'une fraude. En conséquence, je m'engage à citer, selon les standards en vigueur dans ma discipline, toutes les sources que j'ai utilisées pour produire et écrire le mémoire que je dépose.

Fait le 16 octobre 2025

Signature



**FACTEURS ASSOCIES A L'ADHESION AUX PRATIQUES DE
RADIOPROTECTION PROFESSIONNELLE CHEZ LE
PERSONNEL HOSPITALIER PORTEUR DE DOSIMETRE :
MOBILISATION DE LA THEORIE DU COMPORTEMENT
PLANIFIE ET DU MODELE COM-B**

Mémoire présenté par **Sandra NUNES--BOSCH**

en vue de l'obtention du grade de

Master en Sciences de la Santé publique

Finalité spécialisée en praticien spécialisé de santé publique

Promotrice : Véra PIRLET

Année académique 2025 -2026

Table des matières

Remerciements.....	2
Résumé.....	3
Préambule	5
Introduction.....	6
La radioprotection comme enjeu de santé publique	6
L'adhésion aux pratiques de radioprotection : un problème persistant	8
Angle problématique : intérêt d'un cadrage comportemental	9
Matériel & méthodes	16
Type d'étude et type de démarche de recherche	16
Caractéristiques de la population étudiée	18
Méthode d'échantillonnage et échantillon	18
Paramètres étudiés.....	19
Outils de collecte des données.....	19
Organisation et planification de la collecte des données	20
Traitement des données et méthodes d'analyse	21
Démarches légales et contractuelles.....	22
Résultats	23
Description de l'échantillon.....	23
Qualité psychométrique des échelles	23
Analyses descriptives des dimensions.....	24
Analyse des associations : test de la TCP	24
Analyse des associations : test du modèle COM-B	24
Analyse des associations : variables contextuelles	25
Discussion.....	26
Limites	26
Interprétation des résultats TCP.....	27
Interprétation via le modèle COM-B et le contexte organisationnel	29
Perspectives.....	33
Conclusion	36
Références bibliographiques	38
Annexes	48

Remerciements

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Je remercie tout particulièrement ma promotrice qui a cru en moi et m'a offert l'opportunité et les moyens de travailler dans un domaine si cher à mon cœur. Je remercie également mes lecteurs, les membres du jury, le Comité d'éthique, les enseignants et les personnes qui ont facilité l'accès au terrain et à la collecte des données. Merci à ceux qui ont pris le temps de discuter avec moi et de partager leur expérience. Ma reconnaissance également aux professionnels et participants qui ont accepté de participer à cette étude malgré la charge de travail qu'ils ont déjà. Un merci tout particulier à celui qui m'a soutenu dans ma carrière professionnelle jusqu'à présent, qui m'a formé quand j'étais novice dans le domaine des rayonnements ionisants et qui a répondu à chacune de mes questions. Enfin, j'adresse mes remerciements les plus sincères à mes proches pour leur soutien et leurs encouragements constants.

Résumé

Version française

Introduction : L'adhésion aux pratiques de radioprotection chez le personnel hospitalier portant régulièrement un dosimètre reste très inégale, ce qui est une faiblesse de santé publique en raison du caractère évitable de la dose irradiante reçue en cas de non-conformité aux normes en vigueur. La Théorie du Comportement Planifié et le modèle COM-B pourraient permettre d'identifier des facteurs d'adhésion à la radioprotection par le biais de l'évaluation de l'association de leurs déterminants comportementaux avec la mise en pratique de la radioprotection chez le personnel hospitalier portant régulièrement un dosimètre.

Matériel et méthodes : Une étude quantitative transversale non interventionnelle, à visée analytique, avec une approche hypothético-déductive a été réalisée auprès du personnel de deux services manipulant des sources de rayonnements ionisants au sein d'un même hôpital, sur une base volontaire. Les données ont été collectées à partir d'un questionnaire avec échelle de Likert à 7 points réalisé pour cette étude, puis ont été utilisées afin d'examiner des corrélations de Spearman entre les différentes dimensions des théories mobilisées.

Résultats : Les principaux résultats montrent une intention d'appliquer les normes de radioprotection sans que les normes subjectives et le contrôle perçu ne viennent jouer un rôle dans cette intention ; les dimensions de capacité, d'opportunité et de motivation, ainsi que le contexte organisationnel étaient également significativement corrélés au comportement auto-rapporté d'adhésion à la radioprotection.

Conclusion : Les professionnels sollicités sont favorables à la radioprotection mais ont besoin d'un environnement qui facilite la mise en pratique de celle-ci. Cette étude a pu démontrer l'utilité des modèles théoriques mobilisés et invite à repenser la manière dont les normes de radioprotection sont rappelées et soutenues dans les services hospitaliers.

Mots-clés : *Radioprotection médicale ; Exposition professionnelle ; Déterminants comportementaux ; Théorie du comportement planifié ; Modèle COM-B.*

Introduction: Adherence to radiation protection practices among hospital staff who regularly wear dosimeters remains highly variable, representing a public health concern given the preventable nature of radiation exposure in cases of non-compliance with current standards. The Theory of Planned Behavior and the COM-B model may help identify determinants of adherence to radiation protection by assessing the association between their behavioural constructs and the implementation of radiation protection practices among hospital staff wearing dosimeters.

Materials and Methods: A quantitative, cross-sectional, non-interventional analytical study using a hypothetico-deductive approach was conducted among staff from two departments handling ionizing radiation sources within the same hospital, on a voluntary basis. Data were collected using a 7-point Likert-scale questionnaire developed for this study and were analysed using Spearman correlation tests to examine relationships between the different theoretical dimensions.

Results: The main findings indicate an intention to comply with radiation protection standards, without subjective norms or perceived behavioural control playing a significant role in this intention. Capability, opportunity, and motivation dimensions, as well as the organizational context, were also significantly correlated with self-reported radiation protection adherence.

Conclusion: The professionals surveyed are favourable toward radiation protection but require an environment that facilitates its implementation. This study demonstrates the usefulness of the theoretical models employed and highlights the need to reconsider how radiation protection standards are promoted and supported within hospital departments.

Keywords: Medical radioprotection; Occupational exposure; Behavioural determinants; Theory of Planned Behaviour; COM-B model.

Préambule

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un master en sciences de la santé publique à finalité spécialisée en praticien spécialisé de santé publique ; options santé environnementale et santé internationale. Le sujet a été choisi en raison de l'intérêt personnel porté aux rayonnements ionisants, à la radioprotection, aux notions de qualité et de sécurité. Il s'inscrit dans une démarche de continuité professionnelle et d'une volonté de se spécialiser dans ces domaines.

Au-delà de ce désir, l'intérêt du sujet est d'offrir des pistes d'amélioration afin de promouvoir une meilleure culture de sûreté hospitalière et de garantir un environnement de travail adéquat et sécuritaire au personnel hospitalier manipulant des sources de rayonnements ionisants. Par extension, cette étude pourrait servir d'inspiration aux autres domaines d'intérêts, tels que l'aérospatial et le nucléaire. Elle répond à un besoin en santé publique et plus précisément au domaine de la santé au travail, en visant à identifier des leviers de protection de la santé physique des travailleurs sur base des réglementations en vigueur.

Le sujet a été abordé en amont par observation au fil de mon expérience professionnelle ; une réflexion personnelle avec un souhait de comprendre avec objectivité ce qui pouvait amener à l'irrégularité des pratiques de radioprotection. Lors de la recherche d'un.e promoteur.ice, ce sujet fut l'une des propositions faites et fut sélectionné par curiosité partagée. Le choix des modèles théoriques s'est fait après analyse de la littérature scientifique et discussions. La Théorie du Comportement Planifié (TCP) a été prise en premier lieu car elle est largement utilisée dans la recherche, a fait ses preuves et s'avère pertinente pour ce type de question. Le modèle COM-B a ensuite été ajouté afin de combler les angles morts de la TCP car son approche complète bien celle de la théorie. Le questionnaire a été fait à partir des recommandations des deux théories mobilisées.

Le principal obstacle rencontré a été le faible taux de participation. Ceci a contraint l'étude à resté modeste dans ses ambitions et n'a pas permis d'utiliser le plein potentiel des modèles théoriques choisis. Une contrainte secondaire a été celle du temps, les diverses démarches ayant maintenu le processus dans un rythme lent, ce qui a contribué à la modestie du travail final. Malgré ces contraintes, l'étude a été réalisée avec passion et offre des résultats prometteurs et des pistes intéressantes qui peuvent être investiguées dans des études futures à petites ou plus grandes échelles.

Introduction

La radioprotection comme enjeu de santé publique

L'utilisation des rayonnements ionisants est devenue un pilier de la médecine moderne, tant pour le diagnostic que pour la thérapeutique. En Belgique, au cours de l'année 2023, 59,1% de la population a eu au moins un examen d'imagerie médicale (toutes techniques confondues) [1] et 44% de l'exposition aux rayonnements ionisants en était d'origine médicale [2]. Ceci confère à la radioprotection un statut d'enjeu majeur pour le système de santé belge [3].

Rayonnements ionisants et effets sanitaires

Les rayonnements ionisants correspondent à des particules ou des photons suffisamment énergétiques pour ioniser la matière avec des conséquences potentiellement délétères pour les tissus biologiques [4]. L'ADN constitue la cible critique des effets liés aux radiations. On distingue classiquement les effets déterministes (ou à seuil), liés à une perte cellulaire massive au-delà d'une dose critique et les effets stochastiques dont la probabilité augmente avec la dose, sans seuil démontré [5]. Le modèle linéaire sans seuil (LNT), retenu par la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR), postule que tout niveau de dose, même faible, s'accompagne d'un risque additionnel de cancer [6]. Chez les travailleurs adultes, on parle d'excès de risque : à un risque de base (cancer spontané) s'ajoute une probabilité supplémentaire liée à la dose reçue [7].

Encadrement réglementaire et obligations en milieu hospitalier

La radioprotection vise à protéger travailleurs, patients et public contre les effets nocifs des rayonnements ionisants, tout en permettant les usages médicaux bénéfiques. Le système de référence élaboré par la CIPR (Publication 103) repose sur trois principes fondamentaux : justification des expositions, optimisation des doses (principe ALARA¹) et limitation des doses pour les travailleurs et le public (hors expositions médicales des patients) [8].

Il existe de nombreuses directives de réglementations pour la radioprotection. Par exemple, en Europe, la Directive 2013/59/EURATOM établit les normes de base pour la protection contre les rayonnements ionisants. En Belgique, ces dispositions sont transposées notamment

¹ As Low As Reasonably Achievable (en français : Aussi bas que raisonnablement possible)

via le Règlement général de la protection contre les rayonnements ionisants (RGPRI) et un arrêté spécifique pour les expositions médicales (AR du 13/02/2020), sous l'autorité de l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire (AFCN) [9]. Le niveau d'exposition du personnel varie fortement selon la spécialité ; la radiologie interventionnelle étant la plus irradiante tandis que la radiothérapie l'est le moins [10]. Dans ces environnements, cette exposition provient presque exclusivement du rayonnement diffusé par le patient [11]. Ceci rend déterminant le positionnement, l'usage des écrans, l'optimisation des doses et l'organisation du travail.

Culture de sûreté et culture de radioprotection

La sécurité en santé est aujourd'hui abordée à travers la notion de culture de sécurité, ou *sûreté* dans le cas spécifique des rayonnements ionisants. Elle est définie comme l'ensemble des valeurs, attitudes, perceptions et modes d'action qui déterminent l'engagement d'une organisation en faveur de la sûreté ; au-delà du seul respect formel des règles [12].

La culture de radioprotection constitue un domaine spécifique. Elle est distincte mais complémentaire de la culture de sûreté, en ce qu'elle se concentre sur la gestion des risques liés aux rayonnements ionisants. Elle renvoie plus précisément à l'intégration des principes de radioprotection dans les pratiques professionnelles quotidiennes avec pour objectif la protection des travailleurs. Concrètement, elle se traduit par l'adhésion à certaines pratiques jugées conformes aux recommandations, comme le port systématique des dosimètres et des équipements de protection individuelle (EPI) ; ainsi que par l'engagement visible de la hiérarchie en faveur de ces mesures [13, 14]. A ce titre, une étude a démontré qu'une culture de radioprotection forte est associée à une diminution significative des expositions, en mettant en évidence une réduction des doses reçues de l'ordre de 40% sur une période de trois ans avec une meilleure perception du risque et une diminution des comportements à risque [15].

Ce décalage persistant entre un cadre réglementaire sophistiqué, la disponibilité d'outils techniques avancés et des pratiques quotidiennes hétérogènes suggère que la réglementation et la technique ne suffisent pas à elles seules pour garantir une adhésion homogène aux mesures de radioprotection. L'analyse des comportements du personnel suppose alors de s'intéresser aux déterminants comportementaux de cette adhésion.

L'adhésion aux pratiques de radioprotection : un problème persistant

Connaissances et formation en radioprotection

De nombreuses études montrent des niveaux variables, souvent insuffisants, de connaissances en radioprotection chez les professionnels exposés bien que beaucoup de formations soient obligatoires. Ces travaux soulignent le caractère parfois ponctuel et insuffisant de la formation initiale et continue alors que l'éducation est reconnue comme un levier central de la culture de radioprotection [11, 16-19].

Observance réelle des mesures de radioprotection

L'observance des mesures de radioprotection est souvent imparfaite : si le port d'un dosimètre est requis, il n'est pas toujours systématique ou correctement positionné et les professionnels ne connaissent pas toujours les doses enregistrées. Le port des équipements de protection individuelle est parfois incomplet ou inapproprié, notamment lors de procédures perçues comme « rapides » ou « peu irradiantes ». Le respect des distances, des temps de scorie et des protocoles d'optimisation reste inégal malgré leur importance centrale dans la réduction des doses [11-22].

La culture de sûreté conditionne fortement cette observance : dans les services où la radioprotection est explicitement valorisée, le respect des pratiques liées est significativement meilleur. À l'inverse, une culture de service centrée principalement sur la performance technique ou la rapidité peut conduire à minimiser les précautions de radioprotection, en particulier sous pression [23-25].

Facteurs contributifs identifiés

La littérature décrit un ensemble de facteurs expliquant cette adhésion inégale aux mesures de radioprotection. Une charge de travail élevée et des situations d'urgence favorisent la prise de raccourcis ; surtout lorsque les écarts restent peu visibles et rarement discutés. Dans ces conditions, la sûreté est vécue comme en tension avec la productivité, ce qui rejoint les dimensions de priorisation de la sécurité décrites dans les questionnaires de culture de sécurité (au sens large de sécurité hospitalière et donc non limité à la radioprotection) [11, 24].

La culture de service et les normes informelles orientent fortement les comportements. La perception du risque est souvent faible ou abstraite en raison du caractère invisible du

rayonnement et de la latence des effets stochastiques. Plusieurs travaux montrent en effet un décalage entre des connaissances théoriques correctes et des comportements de protection incomplets [30-32].

Le soutien organisationnel constitue un autre déterminant majeur : lorsque la formation est soutenue par la hiérarchie, elle améliore l'intention de se protéger ainsi que les pratiques [26, 27, 29]. Cependant, des lacunes persistent en matière d'implication managériale, ce qui limite la transformation des connaissances en routines stables [21, 24, 33].

Enfin, les pratiques de radioprotection s'inscrivent dans des routines professionnelles complexes où les décisions se prennent en situation et en arbitrant entre sécurité, qualité d'image, confort du patient et contraintes temporelles [34, 35]. Il a d'ailleurs été noté que ces décisions sont fortement régulées par la compréhension individuelle du risque encouru [28], ce qui module son poids face à la pression vécue.

Ainsi, si les dimensions factuelles de non-adhésion sont relativement bien décrites, leur articulation reste rarement formalisée, ce qui limite la compréhension des mécanismes qui font qu'un comportement de radioprotection tient ou non dans la durée et complique la conception d'interventions précisément ciblées. La persistance de comportements insuffisamment protecteurs suggère que la seule accumulation de connaissances ne suffit pas lorsque les contraintes organisationnelles et les normes de groupe vont en sens inverse. D'où la nécessité de mobiliser des modèles intégrés du comportement capables de relier culture de sûreté, déterminants psychosociaux et organisation du travail afin de dépasser les approches descriptives et de proposer des leviers d'action plus robustes.

Angle problématique : intérêt d'un cadrage comportemental

Les travaux récents en radioprotection mettent en évidence une tension entre une forte formalisation technique et réglementaire des exigences de protection et une compréhension encore limitée des déterminants comportementaux qui conditionnent l'adhésion des professionnels aux mesures recommandées. Cette dissociation contribue à une vision essentiellement normative de la radioprotection, centrée sur le respect des standards plutôt que sur l'analyse des mécanismes internes et quotidiens des équipes.

Dominance des approches techniques et descriptives

Une grande partie de la littérature se concentre sur la description des dispositifs réglementaires (limites de dose, classification des travailleurs exposés, organisation des contrôles, audits, inspections) et sur l'harmonisation des pratiques à partir de référentiels techniques et réglementaires [36-38]. Parallèlement, de nombreuses études identifient des barrières et facilitateurs au respect des mesures de radioprotection sans les organiser dans un modèle explicatif qui préciserait les relations entre ces différents déterminants [39]. Le résultat est une littérature riche en listes de facteurs mais pauvre en structuration théorique. Il est rarement explicité, par exemple, comment la perception du risque interagit avec les normes de service, le sentiment d'auto-efficacité ou les contraintes organisationnelles [36].

En l'absence de modélisation, il est également plus difficile de distinguer les facteurs proximaux (ceux qui influencent directement le comportement comme l'intention, la perception de contrôle ou certaines habitudes) des facteurs plus distaux (organisation du travail) ; et donc de prioriser les cibles d'intervention [40].

Cette faiblesse théorique limite la comparabilité des études et la possibilité de cumuler les résultats. D'un contexte à l'autre, des catégories comme « manque de temps », « mauvaise connaissance » ou « absence de culture de sûreté » recouvrent des réalités variables ; et l'absence de cadres partagés rend délicate l'élaboration de recommandations transférables ou le développement d'interventions reproductibles [41].

Intérêt d'un cadre théorique pour comprendre l'adhésion

Dans ce contexte, la mobilisation de cadres théoriques du comportement en santé apparaît comme une stratégie prometteuse pour structurer l'analyse de l'adhésion aux pratiques de radioprotection. Des modèles comme la Théorie du Comportement Planifié (TCP) [42] ou le modèle COM-B [43, 44] offrent des concepts opérationnels et des relations causales testables qui peuvent être adaptés aux comportements spécifiques des professionnels exposés aux rayonnements. L'intégration de ces cadres permettrait de dépasser une logique de simple conformité réglementaire pour entrer dans une compréhension plus fine des dynamiques comportementales au sein des équipes. Elle faciliterait la conception d'interventions plus ciblées et offrirait des outils pour évaluer leur impact sur des variables intermédiaires (intention, motivation, perception de risque) avant même les indicateurs de dose [45, 46]. En

structurant l'analyse des déterminants individuels, sociaux et organisationnels, ces modèles contribueraient aussi à clarifier ce que recouvre la culture de radioprotection et à la relier à des comportements observables. Ceci permettrait ainsi de faire évoluer la culture de sûreté de manière plus explicite.

Cette prédominance d'approches descriptives centrées sur la conformité soulève la question de ce que l'on cherche exactement à produire comme connaissance : documenter des écarts ou comprendre les mécanismes qui les génèrent. Cette absence de structuration théorique limite la capacité des travaux à dépasser le constat récurrent d'un « manque de formation » pour proposer des modèles intégrés des comportements de radioprotection. C'est précisément cet angle mort que l'introduction de cadres comportementaux vise à combler.

❖ *La Théorie du Comportement Planifié*

La TCP, développée par Icek Ajzen à la fin des années 1980, propose que le comportement résulte d'un processus décisionnel « raisonné » dans lequel les individus évaluent les conséquences de leurs actes, les attentes de leur entourage et leur capacité à agir [42]. Elle constitue aujourd'hui l'un des modèles les plus utilisés en psychologie sociale de la santé pour prédire des comportements (e.g. adhésion thérapeutique ou l'adoption de comportements préventifs).

Dans ce cadre, l'attitude correspond à l'évaluation plus ou moins favorable d'un comportement en fonction des croyances sur ses conséquences. La norme subjective renvoie à la perception des attentes des personnes significatives et à la pression sociale à se conformer ou non à ces attentes. Le contrôle comportemental perçu correspond à la perception de la facilité/difficulté à mettre en œuvre le comportement avec des notions de maîtrise de la situation et d'auto-efficacité. Ces trois dimensions alimentent l'intention comportementale qui est définie comme la motivation consciente à effectuer le comportement. L'intention est considérée comme le déterminant proximal du comportement effectif sous réserve de conditions objectives suffisantes (e.g. ressources, temps, organisation). Dans une certaine mesure, le contrôle perçu peut aussi être considéré comme un déterminant direct du comportement effectif [42].

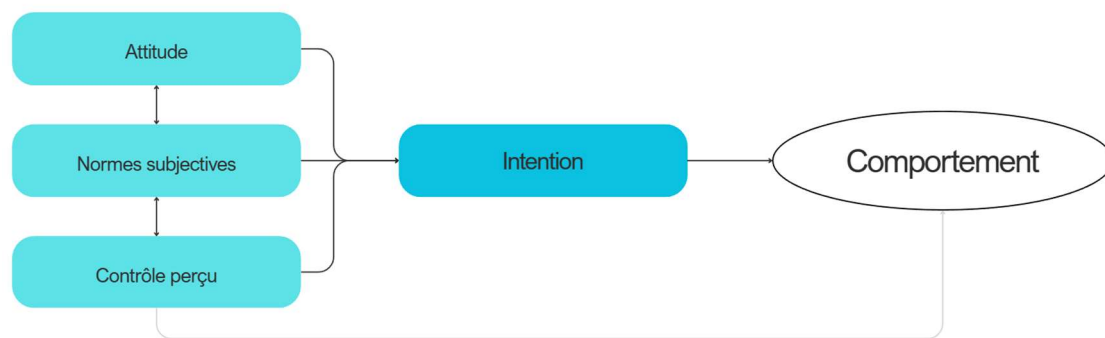


Figure 1 - Schéma de la Théorie du Comportement Planifié (TCP). Le schéma présente les relations structurelles du modèle. Bien que l'analyse statistique ne teste pas l'ensemble des dynamiques (notamment entre attitude ↔ normes subjectives ↔ contrôle perçu), ce cadre permet d'interpréter les résultats observés sous l'angle de la TCP.

La TCP présente plusieurs atouts pour l'étude des comportements de radioprotection. D'abord, elle offre un cadre structuré pour identifier les croyances spécifiques qui sous-tendent les attitudes (e.g. sous-estimation du risque lié aux doses faibles), les normes (e.g. relativité perçue de la tolérance des collègues vis-à-vis des écarts) et le contrôle perçu (e.g. sentiment de pouvoir ou non interrompre un acte si les protections ne sont pas en place). Ensuite, sa large utilisation en santé publique permet de s'appuyer sur une littérature empirique importante qui montre qu'elle explique une part substantielle de la variance de l'intention et, dans une moindre mesure, du comportement dans de nombreux domaines.

Cependant, la TCP repose sur l'hypothèse d'une action largement rationnelle et consciente, ce qui tend à minimiser le rôle des affects, des habitudes et de la culture professionnelle dans la répétition des pratiques. Elle est aussi moins performante pour des comportements complexes, fortement conditionnés par l'organisation du travail ou des contraintes matérielles qui échappent au contrôle des individus [42] ; ce qui est précisément le cas de nombreux comportements en radioprotection.

❖ Le modèle COM-B

Le modèle COM-B a été proposé plus récemment dans le champ de la psychologie de la santé comme point de départ du cadre d'intervention *Behaviour Change Wheel*. Il part de l'idée qu'un comportement ne peut émerger que si trois conditions sont réunies : une capacité suffisante, une opportunité adéquate et une motivation suffisante. La capacité recouvre les compétences physiques et psychologiques, l'opportunité renvoie aux conditions physiques et sociales qui rendent le comportement possible ou acceptable, et la motivation intègre à la fois les processus réflexifs et automatiques [43, 44].

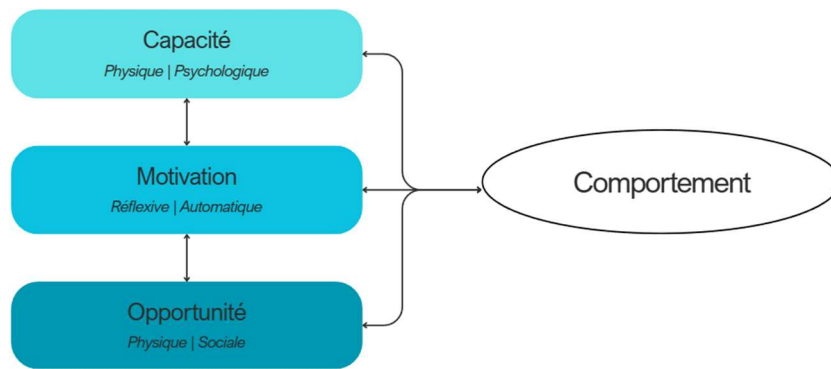


Figure 2 - Schéma du modèle COM-B. Le schéma présente les relations structurelles du modèle. Bien que l'analyse statistique ne teste pas l'ensemble des dynamiques (notamment les boucles de rétroaction), ce cadre permet d'interpréter les résultats observés avec le modèle COM-B comme complément de la TCP.

Ce modèle se distingue par son inscription dans une perspective systémique : il ne se limite pas aux déterminants individuels mais articule les ressources personnelles avec les contraintes et ressources de l'environnement immédiat.

Transposé à la radioprotection, le modèle COM-B permet de décomposer finement les obstacles observés sur le terrain et de déboucher sur des leviers d'actions. Un déficit de capacité appelle des interventions de formation ou de simulation ; un déficit d'opportunité renvoie à des changements organisationnels ; un déficit de motivation suggère des interventions sur les croyances, les feed-back et, en outre, sur la culture de sûreté.

Sa limite est qu'il reste relativement général et qu'il risque de produire un diagnostic trop large sans hiérarchisation claire des mécanismes en jeu.

❖ Complémentarité TCP + COM-B

La TCP et le modèle COM-B abordent la question du comportement sous des angles complémentaires. La TCP offre un cadre intentionnel et cognitif détaillé, en distinguant explicitement les croyances relatives aux conséquences (attitudes), à l'approbation sociale (normes subjectives) et au contrôle perçu ; et en posant l'intention comme déterminant proximal du comportement. Le modèle COM-B, de son côté, propose une lecture plus englobante qui intègre les capacités réelles, les opportunités environnementales et la motivation, en incluant aussi les dimensions automatiques comme les habitudes.

Appliquée à la radioprotection, la combinaison permet d'analyser les croyances, intentions et contraintes organisationnelles. Cette articulation fait écho à la notion de culture de sûreté

entendue comme un ensemble de valeurs, de normes et de pratiques qui structurent la manière dont la sûreté est intégrée dans le travail ordinaire.

Ainsi, dans un contexte comme celui des hôpitaux belges et européens, soumis à des obligations réglementaires fortes en matière de radioprotection, l'enjeu est précisément de mobiliser ces modèles de manière située en les articulant aux contraintes organisationnelles et à la culture de sûreté propre à chaque établissement.

Problématique spécifique et angle de l'étude

Dans un contexte où les exigences réglementaires sont clairement établies et où les connaissances techniques sont globalement disponibles, la persistance d'une adhésion hétérogène aux pratiques de radioprotection interroge les mécanismes comportementaux sous-jacents. La problématique ne réside donc plus uniquement dans la définition des normes ou dans la disponibilité des équipements mais bien dans la compréhension des déterminants individuels, sociaux et organisationnels qui influencent l'adoption effective des comportements de protection en situation réelle. Comprendre pourquoi certains professionnels adoptent systématiquement les mesures de radioprotection tandis que d'autres les appliquent de manière partielle ou intermittente constitue un enjeu central pour le développement d'interventions adaptées et durables [21, 25, 46, 47].

Cette situation soulève la question d'un angle mort dans la mise en œuvre de la radioprotection en contexte belge/européen : on sait ce qu'il faut exiger mais on comprend moins bien comment ces exigences sont traduites et appropriées au niveau des équipes. Cela suggère que l'absence de recours systématique à des cadres comportementaux théoriques limite la capacité à identifier, dans chaque contexte, les freins et leviers spécifiques de la transformation des pratiques. La culture de sûreté, au lieu d'être un objet analysé, risque alors d'être réduite à un slogan ; ce qui affaiblit la portée des actions de prévention [48].

La présente étude adopte un angle comportemental structuré en mobilisant conjointement la théorie du comportement planifié et le modèle COM-B afin d'analyser les déterminants de l'adhésion aux pratiques de radioprotection chez des professionnels hospitaliers exposés aux rayonnements ionisants. Ce choix repose sur l'hypothèse que les comportements de radioprotection ne peuvent être pleinement compris à travers une approche uniquement réglementaire ou descriptive mais nécessitent une analyse intégrée des croyances

individuelles (attitudes), des influences sociales (normes), du contrôle perçu, des capacités effectives, des opportunités organisationnelles et de la motivation. L'articulation de la TCP et du modèle COM-B permet ainsi d'explorer à la fois la formation de l'intention comportementale et les conditions contextuelles susceptibles de faciliter ou d'entraver la traduction de cette intention en comportement effectif.

Cette approche s'inscrit également dans une perspective de compréhension des leviers de changement comportemental spécifique à la radioprotection sans que l'étude ne vise directement à tester une intervention.

Matériel & méthodes

Type d'étude et type de démarche de recherche

La présente étude adopte un devis quantitatif transversal non interventionnel, à visée analytique. Elle s'inscrit dans une démarche hypothético-déductive fondée sur la théorie du comportement planifié et complétée par le modèle COM-B. Compte tenu de la taille obtenue de l'échantillon, les analyses relèvent d'une approche analytique exploratoire visant à identifier des relations entre variables plutôt qu'à établir des liens causaux. Par ailleurs, cette étude s'inscrit dans un contexte institutionnel marqué par les enjeux de culture de sûreté sans que celle-ci ne constitue un cadre théorique mobilisé pour l'analyse.

Question de recherche

Dans quelle mesure les déterminants comportementaux identifiés par la théorie du comportement planifié (attitude, normes subjectives, contrôle comportemental perçu) et par le modèle COM-B (capacité, opportunité, motivation) sont-ils associés à l'intention et à l'adhésion auto-rapportée aux pratiques de radioprotection chez le personnel hospitalier portant régulièrement un dosimètre ?

Questions secondaires

1. Quels déterminants comportementaux sont les plus associés à l'intention d'adopter des comportements de radioprotection ?
2. Existe-t-il un écart entre l'intention comportementale et les comportements auto-déclarés de radioprotection ?
3. Quels facteurs individuels et organisationnels sont associés à l'adhésion aux mesures de radioprotection ?

Objectif général

Examiner les associations entre certains déterminants psychosociaux et contextuels et l'adhésion auto-rapportée aux pratiques de radioprotection professionnelle chez du personnel hospitalier portant régulièrement un dosimètre.

Objectifs spécifiques

1. Évaluer l'association entre l'attitude envers la radioprotection et l'intention d'adopter des comportements de radioprotection.
2. Examiner l'association entre les normes subjectives et l'intention comportementale.
3. Analyser le rôle du contrôle comportemental perçu dans l'intention d'adopter des comportements de radioprotection.
4. Étudier l'association entre l'intention comportementale et les pratiques auto-rapportées de radioprotection.
5. Examiner l'association entre la capacité perçue et le comportement effectif.
6. Évaluer l'association entre l'opportunité perçue et le comportement effectif.
7. Analyser le rôle de la motivation dans le comportement effectif.
8. Explorer l'association entre la perception du contexte organisationnel de radioprotection et l'intention ainsi que les pratiques déclarées de radioprotection.
9. Explorer les facteurs organisationnels et individuels susceptibles d'influencer l'adhésion aux mesures de radioprotection sur base des résultats obtenus.

Hypothèses

H1 : Une attitude positive envers la radioprotection est positivement associée à une intention plus forte d'adopter des comportements de radioprotection.

H2 : Les normes subjectives sont associées positivement à l'intention d'adopter des comportements de radioprotection.

H3 : Un contrôle comportemental perçu élevé est associé à une intention plus forte d'adopter des comportements de radioprotection.

H4 : Une intention comportementale plus élevée est associée à une meilleure adhésion auto-rapportée aux pratiques de radioprotection.

H5 : Les facteurs liés à la capacité, à l'opportunité et à la motivation sont associés à l'intention d'adopter des comportements de radioprotection.

H6 : Une perception plus favorable du contexte organisationnel de radioprotection est associée à une intention plus élevée et à une meilleure adhésion déclarée aux pratiques de radioprotection.

Caractéristiques de la population étudiée

La population cible de cette étude est constituée du personnel hospitalier disposant réglementairement d'un dosimètre individuel nominatif. Il s'agit des professionnels exerçant au sein de l'institution et exposés dans le cadre de leur activité à un risque professionnel lié aux rayonnements ionisants (justifiant la mise en place d'un suivi dosimétrique réglementaire). Cette population comprend donc les travailleurs concernés par les normes de radioprotection en vigueur dans les services utilisant des sources de rayonnements ionisants à des fins diagnostiques ou thérapeutiques.

Sont exclus de la population étudiée les patients ainsi que les visiteurs (y compris personnel hospitalier visitant le service) qu'ils soient ou non porteurs d'un dosimètre. En effet, ces derniers ne sont exposés que de manière ponctuelle et ne s'inscrivent pas dans une démarche professionnelle continue de radioprotection. Ils ne participent pas, de ce fait, à la culture institutionnelle de sûreté et ne sont pas directement concernés par les pratiques organisationnelles et comportementales visées par la présente recherche.

Cette délimitation de la population permet de cibler spécifiquement les acteurs impliqués de manière durable dans les dispositifs de radioprotection et dont les comportements s'inscrivent dans un cadre professionnel structuré.

Méthode d'échantillonnage et échantillon

La méthode d'échantillonnage retenue pour cette étude est non probabiliste de convenance. Ce choix s'explique par la spécificité de la population ciblée ainsi que par les contraintes organisationnelles propres au milieu hospitalier. Le recrutement des participants a été réalisé au sein des différents services hospitaliers concernés par l'utilisation de sources de rayonnements ionisants. La participation à l'étude reposait sur le volontariat, les services étant libres d'accepter ou de refuser leur inclusion dans le dispositif de recherche. Les responsables de service ont été contactés afin de présenter l'étude et d'organiser la diffusion du questionnaire auprès de leurs équipes. Aucun contact direct systématique n'a été établi entre

l'investigatrice et les professionnels concernés en raison de contraintes organisationnelles propres au fonctionnement de chaque service.

Au total, environ 200 professionnels ont été sollicités pour participer à l'enquête. Parmi eux, 38 ont complété le questionnaire, correspondant à un taux de participation d'environ 19 %.

Paramètres étudiés

Les paramètres étudiés ont été définis en référence aux cadres théoriques mobilisés, à savoir la TCP et le modèle COM-B. Dans le cadre de la TCP, les trois déterminants principaux ont été considérés (attitude, normes subjectives, contrôle comportemental perçu). Ces dimensions ont été étudiées en tant que variables indépendantes susceptibles d'influencer l'intention comportementale. L'intention a été analysée comme variable intermédiaire théorique, conformément au modèle de la TCP. Les composantes du modèle COM-B (capacité, opportunité et motivation) ont été principalement analysées en relation avec le comportement déclaré de radioprotection. Des analyses exploratoires complémentaires ont également été réalisées afin d'examiner leur association avec l'intention comportementale. Ainsi, le comportement effectif collecté par le biais du questionnaire et donc auto-rapporté, constitue la variable dépendante principale de l'étude.

En complément des déterminants individuels, certaines variables relatives au contexte organisationnel ont été explorées. Ces variables visent à appréhender la perception du climat organisationnel en matière de radioprotection (existence de protocoles, valorisation des pratiques de sécurité, tolérance aux écarts). Bien que ces éléments ne constituent pas un cadre théorique distinct dans cette étude, ils permettent d'intégrer certains aspects contextuels susceptibles d'influencer l'adhésion aux pratiques de radioprotection.

L'ensemble de ces paramètres a permis de construire un modèle analytique intégrant à la fois les dimensions individuelles, sociales et organisationnelles de l'adhésion aux pratiques de radioprotection.

Outils de collecte des données

La collecte des données a été réalisée au moyen d'un questionnaire auto-administré, élaboré spécifiquement pour cette étude et à partir de recommandations et de questionnaires présents dans la littérature [42, 49-74]. Celui-ci reposait sur une échelle de type Likert en sept

points, allant de « Pas du tout d'accord » à « Tout à fait d'accord » avec une option « Neutre », permettant d'évaluer le degré d'adhésion des répondants aux différentes affirmations proposées.

Le questionnaire comprenait :

- cinq questions sociodémographiques ;
- une matrice de huit items relatifs à l'attitude ;
- six items portant sur les normes subjectives ;
- sept items évaluant le contrôle comportemental perçu ;
- une matrice de trois items mesurant l'intention ;
- une matrice de deux items relatifs au comportement auto-rapporté ;
- deux items portant sur la capacité ;
- deux items portant sur l'opportunité ;
- deux items portant sur la motivation ;
- trois items concernant le contexte organisationnel.

L'outil de collecte adoptait ainsi une approche multiniveaux intégrant :

1. un niveau individuel fondé sur la théorie du comportement planifié ;
2. un niveau individuel complémentaire fondé sur le modèle COM-B ;
3. un niveau organisationnel, à travers des variables contextuelles.

L'ensemble des items a été formulé selon un format homogène, reposant sur une échelle de réponse identique. Aucun item inversé n'a été intégré au questionnaire. La qualité des données a été évaluée a posteriori à l'aide d'indicateurs indirects tels que l'analyse des temps de réponse, la détection de schémas de réponses atypiques et l'identification de variances nulles.

Organisation et planification de la collecte des données

La collecte des données s'est déroulée sur deux mois et la diffusion s'est effectuée par voie électronique. Dans ce cadre, le questionnaire a été transmis par courrier électronique

institutionnel via le secrétariat des services concernés. Des posters avec un lien vers le questionnaire ont aussi été affichés dans les locaux du personnel. En raison de la vitesse d'échange avec les chefs de service, une première diffusion a eu lieu au premier mois pour le premier service participant puis le deuxième mois pour le second service. Chaque diffusion était accompagnée d'un message de présentation précisant les objectifs de l'étude, les modalités de participation ainsi que les garanties relatives à l'anonymat et à la confidentialité des données. Afin de favoriser la participation, des rappels ont été adressés environ deux semaines après chaque envoi initial. La participation reposait sur le volontariat. Le remplissage du questionnaire valait consentement éclairé, les participants ayant été informés en amont des finalités de la recherche, de l'utilisation des données recueillies et de leur droit de retrait à tout moment.

Traitement des données et méthodes d'analyse

Les données recueillies ont été encodées et analysées à l'aide du logiciel R/Rcmdr. Une vérification préalable a été réalisée afin d'identifier les valeurs manquantes, les réponses aberrantes et les schémas de réponses atypiques. Pour chaque dimension issue des modèles théoriques mobilisés, des scores composites ont été calculés en effectuant la moyenne des items correspondants. Ces scores concernaient les dimensions d'attitude, de normes subjectives, de contrôle comportemental perçu, d'intention, de comportement auto-rapporté, de capacité, d'opportunité, de motivation, ainsi que le contexte organisationnel. La cohérence interne des différentes échelles a été évaluée à l'aide du coefficient alpha de Cronbach.

Dans un premier temps, des analyses descriptives ont été réalisées afin de caractériser l'échantillon et les principales variables étudiées. Ces analyses comprenaient notamment le calcul des effectifs, des pourcentages, des moyennes et médianes, des écarts-types, ainsi que des valeurs minimales et maximales. Les tests de normalité complémentaires (histogramme, Q-Q plot et test de Shapiro-Wilk) ont aussi été réalisés pour chaque dimension. Dans un second temps, des analyses d'association ont été menées afin d'examiner les relations entre les différentes variables. Compte tenu de la taille réduite de l'échantillon et du caractère exploratoire de l'étude, des coefficients de corrélation de Spearman ont été utilisés selon la distribution des données.

Dans le cadre de la théorie du comportement planifié, les associations entre l'attitude-normes subjectives-contrôle perçu face à l'intention d'une part, et face au comportement d'autre part, ont été analysées. L'association entre l'intention et le comportement effectif a ensuite été examinée. En complément, les dimensions du modèle COM-B ont fait l'objet d'analyses descriptives et de corrélations avec l'intention et le comportement effectif. De même, les variables relatives au contexte organisationnel ont été analysées en lien avec les comportements de radioprotection. Le seuil de signification statistique a été fixé à $p < 0,05$. Compte tenu de la taille réduite de l'échantillon, les coefficients et les tailles d'effet ont été interprétés en complément de la significativité statistique. Les intervalles de confiance ont également été examinés lorsque cela était pertinent. Les résultats ont été interprétés avec prudence en tenant compte de la taille de l'échantillon et du caractère exploratoire de l'étude.

Démarches légales et contractuelles

La présente étude a été conduite dans le respect des principes éthiques et réglementaires applicables à la recherche impliquant des professionnels de santé. Un avis favorable a été obtenu auprès du comité d'éthique compétent avant le début de la collecte des données. Par ailleurs, le délégué à la protection des données (DPO) de l'institution a validé la plateforme d'hébergement du questionnaire. Aucune donnée à caractère personnel directement identifiable n'a été collectée dans le cadre du questionnaire. L'accès à celui-ci ne nécessitait aucune authentification ni création de compte, garantissant l'anonymat des répondants. Aucune sauvegarde progressive des réponses n'était prévue, pour permettre aux participants d'interrompre leur participation à tout moment avant validation. En plus des informations préalables aux participants, les coordonnées de l'investigatrice et de la promotrice étaient également mises à disposition. La participation reposait exclusivement sur le volontariat et aucun avantage ou contrainte n'était associé à la participation.

Un registre de suivi du traitement des données a été tenu afin d'assurer la traçabilité. L'accès aux données était strictement limité à l'investigatrice et à la promotrice du mémoire. Les données ont été conservées de manière sécurisée pendant la durée nécessaire à la réalisation et à la validation du mémoire, puis archivées. Elles seront supprimées conformément aux recommandations institutionnelles après une durée maximale de deux ans.

Résultats

Description de l'échantillon

Au total, 38 professionnels ont complété le questionnaire, correspondant à un taux de participation de 19 % des ± 200 personnes sollicitées. L'échantillon était composé majoritairement de 47.4% de médecins. 50% des participants n'avaient qu'un seul poste d'affectation, avec 31.6% qui en avaient deux. En majorité, les participants venaient des services de Scanner (42.1%), Radiologie conventionnelle (36.8%), Radiothérapie (36.8%) et Radiologie Interventionnelle (34.2%). A noter que cette répartition est modulée par le nombre de postes d'affectation et le pourcentage total dépasse donc les 100%. En matière d'expérience professionnelle avec les rayonnements ionisants, la moyenne était de 19.6 ans avec une minimale de 1 an et une maximale de 40 ans. La répartition était bimodale. 81.6% des participants rapportaient avoir reçu une formation initiale en radioprotection délivrée avec leur diplôme. En ce qui concerne le renouvellement de leur certification en radioprotection, 57.9% ont reçu une formation continue il y a moins d'un an, 26.3% restaient dans les temps réglementaires avec une formation datant d'entre 1 et 3 ans ; et 15.8% dépassaient ce délai (7.9% « plus de 3 ans » + 7.9% « jamais »).

Qualité psychométrique des échelles

La cohérence interne des différentes échelles a été évaluée à l'aide du coefficient alpha de Cronbach et a été réalisée séparément pour chaque construit théorique. Pour la TCP, les dimensions d'attitude ($\alpha = 0.90$), de normes subjectives ($\alpha = 0.57$) et de contrôle comportemental perçu ($\alpha = 0.71$) présentaient une cohérence interne modérée à acceptable. L'intention présente quant à elle une cohérence interne modérée ($\alpha = 0.52$). L'analyse *alpha if item deleted* indique qu'un item réduit la cohérence ($r = 0.14$), sa suppression portant l'alpha à 0.76. Les trois items la constituant ont néanmoins été conservés afin de respecter la structure théorique du modèle et les limites seront abordées en Discussion.

Le modèle COM-B a été utilisé comme cadre complémentaire afin d'explorer différents déterminants du comportement. Chaque composante (capacité, opportunité et motivation) a été mesurée à l'aide d'un nombre restreint d'items correspondant aux sous-dimensions proposées par le modèle (physique/psychologique, physique/sociale, réflexive/automatique). Étant donné le faible nombre d'items par dimension, l'évaluation de la cohérence interne par

l'alpha de Cronbach n'a pas été jugée pertinente. Les items ont donc été traités comme des indicateurs des différentes composantes du modèle plutôt que comme une échelle unidimensionnelle nécessitant une évaluation de cohérence interne. De même, le comportement auto-rapporté n'a pas fait l'objet d'une évaluation de sa cohérence interne pour les mêmes raisons. Enfin, la dimension du contexte organisationnelle présentait un alpha de 0.79.

Analyses descriptives des dimensions

Les tests de normalité (résumé, histogramme, Q-Q plot et test de Shapiro-Wilk) indiquaient que seules les dimensions de normes subjectives et de contrôle perçus respectaient l'hypothèse de normalité ($p > 0.05$). Les scores moyens observés suggèrent une attitude globalement positive aux pratiques de radioprotection avec une médiane plutôt haute ($M = 5.71$, $IQR = 1.11$). Les normes subjectives et le contrôle perçu avaient une moyenne légèrement positive ($\bar{x} = 5.38$ et 5.26 respectivement) avec une dispersion modérée ($SD = 0.81$ et 0.96 respectivement). L'intention et le comportement auto-rapporté étaient plutôt élevées avec une médiane à 6 pour les deux dimensions et un écart interquartile de 0.67 pour l'intention et 1.5 pour le comportement. Au niveau des dimensions issues du modèle COM-B, la capacité présentaient une médiane de 7 avec ($IQR = 1$) ; l'opportunité avaient une médiane de 6.25 ($IQR = 1$) et la motivation, une médiane de 6 ($IQR = 1.34$). Enfin, le contexte organisationnel avait une médiane de 6 ($IQR = 1.92$).

Analyse des associations : test de la TCP

Les corrélations de Spearman sont présentées dans la matrice disponible en fin de résultats (Tableau 1). L'attitude était significativement associée à l'intention ($\rho = 0.34$; $p = 0.0362$). Les normes subjectives ne présentaient pas de corrélation avec l'intention ($\rho = 0.17$; $p = 0.3021$). Le contrôle comportemental perçu n'était pas non plus significativement associé à l'intention ($\rho = 0.23$; $p = 0.1599$). L'intention était significativement corrélée au comportement auto-rapporté ($\rho = 0.43$; $p = 0.0073$). Des corrélations directes entre les déterminants psychosociaux et le comportement étaient présentes.

Analyse des associations : test du modèle COM-B

Les dimensions de capacité, d'opportunité et de motivation issues du modèle COM-B ont également été examinées en lien avec l'intention et le comportement (Tableau 1). La capacité

était significativement associée au comportement ($p = 0.59$; $p = < 0.0001$). L'opportunité présentait une corrélation avec le comportement ($p = 0.49$; $p = 0.0016$). La motivation montrait aussi une association significative avec le comportement ($p = 0.44$; $p = 0.0063$).

Analyse des associations : variables contextuelles

Les variables relatives au contexte organisationnel ont été analysées en lien avec le comportement de radioprotection (Tableau 1). Une corrélation significative a été observée entre le contexte organisationnel et le comportement ($p = 0.50$; $p = 0.0012$).

Variable	M	SD	1. Attitude	2. Normes subjectives	3. Contrôle perçu	4. Intention	5. Comportement auto-rapporté	6. Capacité	7. Opportunité	8. Motivation
1. Attitude	5.71	1								
2. Normes subjectives	5.38	0.87	0.43**							
3. Contrôle perçu	5.26	0.96	0.38*	0.43**						
4. Intention	6.14	0.68	0.34*	0.17	0.23					
5. Comportement auto-rapporté	5.99	1.13	0.60**	0.40*	0.36*	0.43**				
6. Capacité	6.47	0.68	0.45**	0.30	0.52**	0.49**	0.59**			
7. Opportunité	6.07	1.19	0.37*	0.39*	0.70**	0.23	0.49**	0.56**		
8. Motivation	5.71	1.11	0.28	0.11	0.34*	0.26	0.44**	0.37*	0.35*	
9. Contexte organisationnel	5.66	1.26	0.43**	0.47**	0.46**	0.26	0.50**	0.51**	0.70**	0.40*

Tableau 1 - Matrice de corrélations. Sont mis en gras les corrélations d'intérêt.

Note. M désigne la médiane. SD désigne l'écart-type. * indique $p < 0.05$. ** indique $p < 0.01$.

Discussion

Limites

Cette étude présente plusieurs limites qui invitent à interpréter les résultats avec prudence. La taille d'échantillon très réduite (38 répondants) limite la puissance statistique, augmente le risque de faux négatifs et ne permet pas de tester des modèles multivariés complexes ; un tel effectif est généralement adapté à des objectifs exploratoires plutôt qu'à des inférences causales robustes ; d'où les choix méthodologiques fait pour cette étude. Le recrutement volontaire expose également à un biais d'auto-sélection, les professionnels les plus sensibilisés à la radioprotection ou les plus disponibles étant probablement sur-représentés ; ce qui peut conduire à surestimer les niveaux de connaissances ou de comportements de protection. Les comportements ont été mesurés par auto-questionnaire, méthode exposée aux biais de désirabilité sociale et de mémoire ; cependant Icek Ajzen lui-même défend cette méthode en invoquant que les explications, la garantie de l'anonymat et la vérification des réponses peuvent être employés pour réduire le risque de ces biais [75]. Enfin, le devis transversal ne permet pas d'établir de relations causales entre les déterminants étudiés et les comportements observés, la mesure simultanée des variables rendant l'ordre temporel incertain.

D'autres limites concernent la mesure des construits et le plan d'analyse. Le questionnaire n'a pas fait l'objet d'une validation psychométrique complète dans cet échantillon, ce qui ne permet pas de garantir que les items captent pleinement les dimensions théoriques issues de la théorie du comportement planifié et du modèle COM-B ; une telle validation requiert généralement des effectifs plus importants. Spécifiquement, la dimension d'intention présentait un alpha faible ce qui sous-tend qu'elle est trop hétérogène, ceci est prévisible avec une dimension à seulement trois items et il est recommandé de ne pas supprimer un item simplement pour faire remonter le score (au risque de nuire à la cohérence théorique) [76]. L'absence d'analyse multivariée ne permet pas de distinguer les effets propres de chaque déterminant ni de tester des modèles explicatifs intégrés ; ce choix a toutefois été retenu en raison du faible effectif afin de limiter les risques de sur-ajustement. Par ailleurs, l'étude est monocentrique et réalisée dans un contexte organisationnel spécifique ce qui limite la validité externe et la généralisation des résultats. Enfin, certains construits ont été mesurés à l'aide

d'un nombre limité d'items ce qui peut restreindre la précision de la mesure pour des dimensions théoriques complexes.

Certaines limites secondaires doivent également être mentionnées. Le questionnaire ne comportait pas d'items formulés en sens inverse, ce qui pourrait favoriser un biais d'acquiescement ; ce choix était toutefois intentionnel afin de privilégier des items simples et homogènes, les formulations inversées pouvant accroître la confusion et les erreurs d'interprétation [77]. Aucune correction de multiplicité n'a été appliquée aux tests statistiques, ce qui peut augmenter le risque de faux positifs ; ce choix est cependant privilégié dans le cadre exploratoire de cette étude afin de conserver la puissance statistique et d'éviter de masquer les pistes de corrélations possibles. Enfin, le consentement était implicite (participation volontaire après information) plutôt qu'explicite et signé, une procédure courante dans les enquêtes anonymes à risque minimal bien qu'elle limite la traçabilité du processus d'information.

Malgré ces limites, le devis retenu reste cohérent avec une visée exploratoire. La petite taille d'échantillon et le recours à des analyses descriptives et à des corrélations de Spearman s'inscrivent dans une logique d'hypothèses sur les déterminants possibles des comportements de radioprotection plutôt que dans une démarche de validation formelle d'un modèle causal. Dans la santé publique, ce type d'étude permet d'estimer des prévalences et explorer des associations mais aussi identifier des pistes d'intervention à approfondir dans des travaux ultérieurs [78]. Dans ce cadre, les analyses descriptives permettent de caractériser le profil des croyances et des comportements, tandis que les corrélations de Spearman donnent des indications sur l'orientation et l'ampleur des associations sans prétendre établir de causalité.

Interprétation des résultats TCP

Les résultats obtenus s'inscrivent globalement dans le cadre explicatif de la TCP, tout en présentant certaines particularités liées au contexte étudié et aux caractéristiques de l'échantillon.

Niveaux très élevés d'attitude, de normes, de contrôle et d'intention

Dans cet échantillon, les médianes des scores d'attitude, de normes subjectives, de contrôle perçu et d'intention à respecter les mesures de radioprotection sont élevées à très élevées, avec des intervalles interquartiles relativement faibles. Ce profil suggère des croyances

globalement favorables envers la radioprotection, ce qui est cohérent avec un environnement professionnel fortement normé par les exigences réglementaires. Une telle distribution peut toutefois produire un effet plafond qui limite alors la variabilité des réponses et réduit l'ampleur des corrélations observées entre les construits. Dans ce contexte, certaines associations non significatives doivent être interprétées avec prudence en tenant compte à la fois de cet effet plafond et de la petite taille d'échantillon.

Association entre attitude et intention

Une corrélation modérée a été observée entre l'attitude envers la radioprotection et l'intention de respecter les mesures de protection, ce qui est conforme aux propositions centrales de la TCP [42]. Les professionnels qui évaluent plus favorablement la radioprotection déclarent également une intention plus forte de se protéger, un résultat cohérent avec la théorie et avec des travaux montrant que des attitudes positives envers les pratiques de sécurité sont associées à une intention accrue de s'y conformer [42, 61, 79].

Normes subjectives et contrôle perçu

En revanche, les normes subjectives et le contrôle comportemental perçu ne présentent pas d'association statistiquement significative avec l'intention dans cet échantillon. Ce résultat contraste avec la théorie et certaines études qui rapportent une contribution significative de ces deux déterminants dans la formation de l'intention [42, 61, 79]. Plusieurs éléments peuvent toutefois expliquer cette absence d'association : d'une part, la faible puissance statistique liée à l'effectif limité ; d'autre part, les niveaux très élevés et peu dispersés de normes et de contrôle perçu qui suggèrent un effet plafond. Dans un environnement fortement régulé, il est également possible que l'intention déclarée de respecter les mesures de radioprotection reflète davantage une norme institutionnelle largement partagée qu'une véritable variabilité individuelle.

Intention et comportement auto-rapporté

L'intention de respecter les mesures de radioprotection est modérément corrélée au comportement auto-rapporté, ce qui est cohérent avec la conception de l'intention comme prédicteur proximal du comportement dans la TCP [42, 61]. Toutefois, cette relation reste partielle et laisse une place importante à un très large éventail de déterminants

psychologiques et contextuels [80]. En radioprotection, l'habitude par exemple peut en effet faciliter ou limiter la traduction des intentions en comportements effectifs [81].

Associations directes entre attitude, normes, contrôle et comportement

Des corrélations modérées ont également été observées entre les composantes de la TCP (attitude, normes subjectives, contrôle perçu) et le comportement auto-rapporté de radioprotection. Bien que, dans le modèle théorique, ces déterminants agissent principalement via l'intention, des effets plus directs sont parfois observés dans les études empiriques [79]. Dans le contexte étudié, ces associations peuvent notamment s'expliquer par la proximité conceptuelle entre certains items mesurant les croyances et ceux évaluant les comportements ; mais aussi par le caractère fortement normé de l'environnement professionnel. Les professionnels percevant fortement l'utilité et la nécessité de la radioprotection, ressentant une pression normative élevée et se sentant capables d'appliquer les mesures sont ainsi aussi ceux qui déclarent les utiliser le plus fréquemment. Ceci reste cohérent avec les explications d'Ajzen qui présentait, par exemple, l'idée que si un employé ne croit pas que son chef ou ses collègues accordent de l'importance à la sécurité (normes subjectives), il en sera moins enclin lui aussi [75]. Ces résultats restent néanmoins à interpréter avec prudence en raison du caractère auto-rapporté des comportements et de la petite taille d'échantillon.

Interprétation via le modèle COM-B et le contexte organisationnel

Dans ce modèle, le comportement résulte de l'interaction entre la capacité (connaissances et compétences), les opportunités (conditions physiques et sociales) et la motivation (processus réflexifs et automatiques). Les corrélations modérées à fortes observées entre ces dimensions et le comportement de radioprotection auto-rapporté suggèrent que l'adhésion aux mesures de protection dépend non seulement des intentions individuelles mais aussi de la faisabilité concrète et du soutien offert par l'environnement de travail.

Capacité perçue et comportement de radioprotection

Dans cette étude, la capacité est modérément à fortement corrélée au comportement de radioprotection auto-rapporté (coefficients d'environ 0.5-0.6), ce qui est cohérent avec le modèle COM-B qui considère la capacité comme un déterminant nécessaire à la mise en œuvre d'un comportement [43]. Elle renvoie à la fois aux compétences techniques

(manipulation des équipements, positionnement par rapport à la source) et aux dimensions cognitives (connaissance des risques, identification des situations d'exposition).

La littérature en radioprotection montre que la maîtrise des principes de base (temps, distance, blindage) et l'accès à des formations spécifiques sont généralement associés à une meilleure utilisation des protections et à une réduction des doses reçues [82, 83]. Dans cette perspective, l'association observée entre capacité perçue et comportement de radioprotection est attendue : les professionnels se sentant mieux informés et plus compétents déclarent davantage de comportements protecteurs.

Toutefois, les travaux fondés sur le modèle COM-B soulignent que l'augmentation des capacités ne se traduit pleinement en changement de comportement que si les opportunités et la motivation sont également présentes [43, 84, 85]. En radioprotection, des contraintes organisationnelles telles que la pression temporelle, la charge de travail ou le manque d'équipements peuvent limiter la mise en pratique des comportements de protection. Les corrélations observées suggèrent donc que la capacité constitue un levier important mais non suffisant.

Opportunités et rôle du contexte organisationnel

Les résultats montrent également des corrélations modérées entre les opportunités, le contexte organisationnel et le comportement de radioprotection (coefficients autour de 0.5). Dans le COM-B, les opportunités incluent les ressources matérielles, l'organisation du travail et les influences sociales [43]. La littérature en radioprotection souligne notamment l'importance de la disponibilité et de l'ergonomie des équipements de protection, de l'aménagement des espaces, de la charge de travail et du soutien de la hiérarchie [11-25].

En effet, les comportements de radioprotection sont généralement plus fréquents lorsque les équipements sont accessibles et adaptés, que l'organisation du travail permet leur utilisation et que la culture de service valorise explicitement la sécurité. Les corrélations observées dans cette étude s'inscrivent dans cette logique : lorsque l'environnement rend le comportement de protection plus facile et légitime, les professionnels déclarent le mettre en œuvre plus souvent.

La corrélation observée avec la mesure du contexte organisationnel rejoint également ces travaux sur la culture de sûreté en radioprotection. Le soutien de la hiérarchie, l'intégration de

la radioprotection dans les procédures et les retours d'information sur l'exposition sont associés à des pratiques plus systématiques de protection. Ces résultats suggèrent ainsi que les interventions devraient agir non seulement sur les individus mais aussi sur l'organisation du travail et les messages portés par le management.

Motivation et comportements de radioprotection

La motivation est également modérément corrélée au comportement de radioprotection auto-rapporté. Dans le modèle COM-B, elle comprend à la fois des composantes réflexives (croyances, intentions, évaluations) et automatiques (habitudes, affects) [43]. Cette distinction permet de dépasser une vision uniquement intentionnelle du comportement et d'intégrer la dimension routinière ou émotionnelle des pratiques de protection.

Les recherches appliquant le modèle COM-B à des comportements de prévention soulignent l'importance de ces composantes motivationnelles dans le maintien de comportements protecteurs [84, 85]. En radioprotection, les perceptions du risque, les expériences professionnelles et les valeurs liées à la sûreté contribuent à structurer une motivation plus ou moins forte à appliquer les mesures de protection [86].

L'association observée entre motivation et comportement peut ainsi refléter un double processus : des croyances favorables à la radioprotection encouragent l'adoption de comportements protecteurs tandis que leur répétition dans un environnement soutenant favorise leur transformation en routines relativement automatiques.

Apports pour comprendre l'adhésion à la radioprotection

Pris ensemble, ces résultats montrent que les composantes du modèle COM-B et que le contexte organisationnel sont associées au comportement de radioprotection auto-rapporté avec des corrélations modérées à fortes. Ils confirment l'intérêt de ce modèle pour analyser la radioprotection comme un comportement situé à l'interface entre ressources individuelles, conditions environnementales et dynamiques motivationnelles. Par rapport à la seule TCP, le modèle COM-B permet de mettre davantage en évidence les leviers organisationnels et contextuels. Les données suggèrent qu'il ne suffit pas que les professionnels soient favorables à la radioprotection : ils doivent également disposer des compétences nécessaires, d'un accès effectif aux équipements et d'un environnement organisationnel qui facilite leur utilisation.

Il convient de noter que les exigences et les contextes de radioprotection varient selon les spécialités ; en particulier, par exemple, entre la radiothérapie et la radiologie conventionnelle, souvent considérées comme deux positions contrastées dans le spectre des pratiques. La présente étude ne permet pas une comparaison systématique et statistiquement robuste entre ces deux services en raison de la taille et de la composition de l'échantillon. Néanmoins, il faut considérer que les pratiques sont suffisamment différentes pour possiblement entraîner des représentations du risque et des pratiques de protection bien différenciées. Ces différences plausibles tiennent d'abord de l'objectif clinique et donc des compétences mobilisées : la radiothérapie implique la planification et la délivrance de fortes doses à visée thérapeutique ; la radiologie conventionnelle requiert d'obtenir des images de qualité avec la dose la plus faible possible. Ceci peut influencer la capacité (au sens du modèle COM-B) des professionnels à appliquer certaines pratiques de radioprotection. Un autre point qui peut aussi modifier la capacité est la disposition des services ; la radiothérapie étant agencée en bunkers (avec administration de la dose en dehors de ceux-ci) tandis que la radiologie se fait à la source et avec des écrans de protection. Ensuite, l'organisation du travail et les opportunités diffèrent aussi : la radiothérapie est soumise à des procédures fortement protocolées et à une intégration pluridisciplinaire (physiciens, dosimétristes, médecins, technologues/infirmiers) ; ce qui peut favoriser des opportunités structurelles d'adhésion aux procédures. La radiologie, elle, requiert une certaine flexibilité pour l'acquisition des images au cas-par-cas et dans le respect des normes, avec un flux de patients soutenu et des situations de proximité variable avec la source de rayonnement ; ce qui peut compliquer l'adoption pratique des gestes de radioprotection professionnelle. Enfin, la motivation (au sens du modèle COM-B) peut être façonnée par la perception du rôle clinique (traitement versus diagnostic), l'expérience directe des conséquences cliniques et la culture professionnelle propre à chaque service. Ces éléments peuvent conduire à des priorités et des attitudes différentes vis-à-vis du port de dosimètres, des EPI, des écrans de protection et du signalement des incidents.

Perspectives

Les résultats de cette étude, bien qu'exploratoires, ouvrent plusieurs perspectives opérationnelles pour le renforcement de la radioprotection du personnel ; ce, en particulier si l'on articule la TCP et le modèle COM-B avec des approches d'ingénierie de la sécurité et de culture de sûreté. Plutôt que de proposer les recommandations générales de radioprotection déjà présentes dans les formulations officielles (e.g. le rappel du port des EPI ou le besoin de formation théorique), l'enjeu est ici d'offrir un nouvel angle d'approche à la santé publique spécialisée en radioprotection : identifier des leviers comportementaux susceptibles d'intéresser à la fois le contrôle physique des rayonnements, le pilotage du changement comportemental et la gestion du risque professionnel.

Premièrement, les corrélations observées entre capacité, intention et comportement plaident pour le développement d'actions de formation et d'entraînement qui dépassent le modèle classique de la formation descendante pour aller vers des dispositifs de pratique guidée et de régulation comportementale. Des travaux utilisant le *Behaviour Change Wheel* et le modèle COM-B montrent l'intérêt de combiner, pour les professionnels, des techniques telles que la démonstration de comportements attendus, l'entraînement en situation simulée, la fixation d'objectifs concrets, la planification d'actions et la révision régulière de ces objectifs ; plutôt que de se limiter donc à une transmission d'information [87, 88]. Adapté à la radioprotection, cela pourrait se traduire par des ateliers courts centrés sur la mise en scène de cas cliniques à risque (e.g. procédures interventionnelles ou examens lourds) où les équipes travaillent sur la micro-organisation des gestes, le positionnement, l'utilisation optimale des écrans, avec un retour immédiat d'un physicien médical expert (du domaine concerné) et d'un expert en radioprotection sur les compromis temps-distance-blindage réellement atteignables dans leur contexte. En France, l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) a déjà mis en place un atelier similaire intitulé « Le bloc des erreurs » [91].

Deuxièmement, l'importance des opportunités physiques et sociales et du contexte organisationnel suggère que des actions de type *environmental restructuring* et *enablement*, au sens du *Behaviour Change Wheel*, pourraient être particulièrement pertinentes [88, 90, 91]. La littérature montre que les interventions de sécurité sont plus efficaces lorsqu'elles sont alignées avec les causes profondes des écarts de comportement et ne se contentent de

rappeler des règles sans modifier l'environnement matériel ou l'organisation [92]. Une perspective concrète serait de s'appuyer sur les résultats COM-B pour cartographier, avec les équipes et les responsables de la sécurité, les points de friction organisationnels propres à chaque plateau technique : localisation et ergonomie des protections, flux de patients, compatibilité des protocoles de radioprotection avec les contraintes de production, articulation avec d'autres exigences (hygiène, flux au bloc, etc.). Cette cartographie pourrait déboucher sur des micro-réaménagements ciblés (e.g. repositionnement de barrières plombées, révision de certaines séquences de préparation, ajustement de protocoles de travail en binôme) qui visent explicitement à augmenter les opportunités de comportements protecteurs sans alourdir la charge de travail.

Troisièmement, les liens entre motivation, culture de sûreté et comportement invitent à travailler de manière plus systématique la cohérence entre les messages de la hiérarchie, les indicateurs suivis et les priorités opérationnelles. Les analyses de culture de radioprotection montrent que de nombreux écarts de comportement ne résultent pas d'un manque de connaissance mais de signaux ambigus envoyés par l'organisation : priorité implicite donnée à la rapidité, tolérance variable aux écarts, faible visibilité des enjeux de dose dans la gouvernance quotidienne [93]. Dans cette optique, les résultats de cette étude peuvent servir de point de départ pour des discussions structurées entre service de physique médicale, direction de la sécurité au travail et équipes cliniques, autour de questions telles que : « *Quels comportements de radioprotection voulons-nous réellement rendre non négociables dans ce service, et comment les rendre visibles dans les routines ?* » ou encore « *Quels compromis implicites entre productivité, confort des patients, contraintes techniques et radioprotection sont aujourd'hui acceptés, et comment les expliciter pour éviter que les professionnels ne les gèrent seuls « au pied de la table » ?* »

Quatrièmement, sur le plan de la recherche, les résultats invitent à développer des travaux longitudinales et mixtes qui articulent la TCP et le modèle COM-B dans des modèles plus complets de radioprotection. Plusieurs études sur les comportements professionnels relatif à la sécurité du patient soulignent que les interventions sont souvent faiblement théorisées et qu'il existe un décalage entre les facteurs identifiés (e.g. manque d'opportunités) et les interventions choisies [89, 94]. Dans la continuité de cette étude, il serait pertinent de :

- Créer des instruments TCP/COM-B universels pour le domaine de la radioprotection et dont la fiabilité ait pu être correctement testée (ceci étant une limite actuelle des outils utilisés dans la littérature actuelle [86]) ;
- Tester ces instruments sur des échantillons plus larges de professionnels exposés aux rayonnements ;
- Relier les scores de comportement auto-rapporté à des indicateurs objectifs (e.g. dosimétrie individuelle, audit de pratiques) ;
- Et utiliser les matrices COM-B/*Behaviour Change Wheel* pour co-concevoir avec les acteurs des interventions multi-niveaux puis en évaluer les effets sur les comportements et sur les doses.

Aussi, une perspective importante est d'utiliser ces résultats comme outil de dialogue inter-professionnel. Ceci permettrait une identification des indications sur les compétences à renforcer et les configurations techniques à optimiser, un appui sur la cartographie COM-B pour sélectionner des techniques de changement (e.g. reconfiguration de routines, renforcement non punitif) ; et la mobilisation d'arguments pour intégrer davantage la radioprotection dans les démarches globales de culture de sûreté et d'analyse des événements indésirables.

Enfin, et au vu des éventuelles différences entre les services telles qu'abordées précédemment, il serait pertinent que de futures études explicitement comparatives (et reposant sur des échantillons plus larges et des mesures standardisées de la culture de radioprotection) testent ces hypothèses afin d'identifier des leviers de changement comportemental adaptés aux spécificités de chaque service.

En conclusion, ces perspectives s'inscrivent dans une démarche de santé publique en ce qu'elles visent à renforcer la prévention des risques professionnelles liés aux expositions tout en soutenant un environnement des soins plus sûr et plus durable.

Conclusion

Cette étude exploratoire fondée sur la TCP et le modèle COM-B, apporte un éclairage nuancé sur les facteurs d'adhésion à la radioprotection professionnelle parmi le personnel hospitalier porteur de dosimètre. Elle met en évidence un niveau globalement élevé d'attitudes favorables, de normes perçues, de contrôle comportemental perçu et d'intention vis-à-vis de la radioprotection ainsi que des comportements auto-rapportés fréquents ; tout en montrant que ces dimensions présentent une variabilité limitée et compatible avec un effet plafond dans un contexte fortement normé. Les liens observés entre attitude, intention et comportement s'inscrivent globalement dans les prédictions de la TCP. Mais l'absence d'association significative des normes subjectives et du contrôle perçu avec l'intention rappelle les limites d'un modèle purement cognitif dans un environnement où les comportements sont fortement encadrés par des contraintes organisationnelles et réglementaires.

L'apport spécifique du modèle COM-B réside dans la mise en évidence concomitante du rôle de la capacité, des opportunités, de la motivation et du contexte organisationnel dans la mise en œuvre des comportements de radioprotection. Les corrélations modérées à fortes entre ces dimensions et le comportement auto-rapporté suggèrent qu'au-delà de croyances favorables et d'intentions élevées, l'adhésion effective aux mesures de radioprotection dépend fortement des dimensions organisationnelles et de la qualité de la culture de sûreté. Ces résultats rejoignent les travaux cités qui montrent que la réduction durable de l'exposition professionnelle aux rayonnements repose sur des stratégies intégrées plutôt que sur des actions ponctuelles de sensibilisation.

Sur le plan méthodologique, cette étude demeure limitée par la petite taille de l'échantillon, le recours à un devis transversal, la mesure auto-rapportée des comportements et l'absence de validation psychométrique exhaustive des instruments, ce qui impose de considérer ces résultats comme des pistes plutôt que confirmatoires. Néanmoins, elle illustre la faisabilité et l'intérêt d'une approche théoriquement informée de la radioprotection en combinant TCP et modèle COM-B afin de structurer l'analyse des déterminants individuels et contextuels des comportements de sûreté. En offrant une première cartographie des leviers potentiels, elle fournit une base utile pour le développement d'interventions multi-niveaux co-construites

avec les acteurs multidisciplinaires et rigoureusement évaluées dans la perspective d'une amélioration continue de la culture de sûreté au sein des hôpitaux.

Références bibliographiques

1. Agence Intermutualiste. Atlas AIM - Imagerie médicale [Internet]. [cité 09 sept 2025]. Disponible sur: <https://atlas.ima-aim.be/mosaic/fr-fr/atlas-aim/consommation-de-soins/imagerie-medecale>.
2. Agence fédérale de Contrôle nucléaire (AFCN). Exposition moyenne annuelle aux rayonnements ionisants en Belgique [Internet]. [cité 09 sept 2025]. Disponible sur : <https://afcn.fgov.be/fr/dossiers-dinformation/radioactivite/exposition-moyenne-annuelle-aux-rayonnements-ionisants>.
3. Willems P, Vanaudenhove T. Calcul de l'exposition moyenne annuelle aux rayonnements ionisants en Belgique: Méthodologie et Evolution. Bruxelles: Agence fédérale de Contrôle nucléaire (AFCN); 2018. [cité 09 Sept 2025]. Disponible sur : https://afcn.fgov.be/fr/system/files/2018_nota_popdose_methodologie_fr.pdf.
4. Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR). Qu'est-ce qu'un rayonnement ionisant ? [Internet]. Montrouge: ASNR; [cité 09 sept 2025]. Disponible sur: <https://recherche-expertise.asnr.fr/savoir-comprendre/dialogue-pedagogie/quest-ce-quun-rayonnement-ionisant>.
5. Institut national de recherche et de sécurité (INRS). Rayonnements ionisants: effets sur la santé [Internet]. Paris: INRS; [cité 09 Sept 2025]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/risques/rayonnements-ionisants/effets-sur-la-sante.html>.
6. Radioprotection. Optimisation de la radioprotection: retour d'expérience et perspectives [Internet]. Radioprotection. 2023;58(4):e2023089. doi:10.1051/radiopro/2023089. [cité 09 Sept 2025]. Disponible sur: https://www.radioprotection.org/articles/radiopro/full_html/2023/04/radiopro230089/radiopro230089.html.
7. Radioprotection. Évolution des pratiques en radioprotection en milieu médical [Internet]. Radioprotection. 2024;59(4):e2024058. doi:10.1051/radiopro/2024058. [cité 09 Sept 2025]. Disponible sur: https://www.radioprotection.org/articles/radiopro/full_html/2024/04/radiopro240058/radiopro240058.html.
8. International Commission on Radiological Protection (ICRP). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103 [Internet]. Oxford: Elsevier; 2007. [cité 09 Sept 2025]. Disponible sur: [https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP Publication 103](https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20103).
9. Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN). Jurion: base de données de la législation nucléaire [Internet]. Bruxelles: AFCN; [cité 09 Sept 2025]. Disponible sur: <https://www.jurion.fanc.fgov.be/jurdb-consult/consultatie?language=fr>.

10. Tubiana M, Aurengo A, Averbeck D, Masse R. La relation dose-effet pour les faibles doses de rayonnements ionisants [Internet]. Radioprotection. 1994;29(4):503-518. doi:10.1051/radiopro:199440503. [cité 04 Nov 2025]. Disponible sur: <https://www.radioprotection.org/articles/radiopro/pdf/1994/04/rad19944p503.pdf>.
11. StatPearls Publishing. Radiation Effects on the Body [Internet]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan–. [cité 04 Nov 2025]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557499/>.
12. Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN). Sûreté et sécurité nucléaire en Belgique [Internet]. Bruxelles: AFCN; [cité 09 Sept 2025]. Disponible sur: <https://afcn.fgov.be/fr/dossiers/controle-nucleaire-en-belgique/surete-et-securite-nucleaire>.
13. Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN). Radioprotection: principes de base et limites de doses [Internet]. Bruxelles: AFCN; [cité 09 Sept 2025]. Disponible sur: <https://afcn.fgov.be/fr/dossiers/radioactivite/radioprotection-principes-de-base-et-limites-de-doses>.
14. Safety Culture [Internet]. Image-wisely. [cité 02 Dec 2025]. Disponible sur : <https://www.imagewisely.org/Imaging-Modalities/General-Radiation-Safety/Safety-Culture>.
15. Fetterly KA, Mathew V, Lennon R, Bell MR, Holmes DR Jr, Rihal CS. Radiation dose reduction in the invasive cardiovascular laboratory: implementing a culture and philosophy of radiation safety. JACC Cardiovasc Interv. 2012 Aug;5(8):866-73. doi: 10.1016/j.jcin.2012.05.003. PMID: 22917459.
16. Salerno S, Marchese P, Magistrelli A, Tomà P, Matranga D, Midiri M, Ugazio AG, Corsello G. Radiation risks knowledge in resident and fellow in paediatrics: a questionnaire survey. BMC Med Educ. 2015 Mar 21;15:16. doi: 10.1186/s12909-015-0313-0. PMCID: PMC4391686.
17. Radiation Protection Knowledge, Attitude, and Practice (KAP) in Iranian interventional radiology staff: a cross-sectional study. PMCID: PMC5889843.
18. O'Rourke M, Moore N, Young R, Svetlic S, Bucknall H, McEntee MF, Alzyoud KS, England A. An investigation into the knowledge, attitudes, and practice of radiation protection in interventional radiology and cardiac catheter-laboratories. J Med Imaging Radiat Sci. 2024 Sep;55(3):101440. doi: 10.1016/j.jmir.2024.101440. PMID: 38908031.
19. Radiation protection measures used in Portuguese interventional radiology departments: a national survey. PMID: 37075489.
20. Sánchez RM, Vano E, Fernández JM, Rosales F, Sotil J, Carrera F, García MA, Soler MM, Hernández-Armas J, Martínez LC, Verdú JF. Staff doses in interventional radiology: a

- national survey. *J Vasc Interv Radiol*. 2012 Nov;23(11):1496-501. doi: 10.1016/j.jvir.2012.05.056. Epub 2012 Jul 24. PMID: 22832138.
21. van der Merwe B. Establishing ionising radiation safety culture during interventional cardiovascular procedures. *Cardiovasc J Afr*. 2021 Sep-Oct 23;32(5):271-275. doi: 10.5830/CVJA-2021-030. Epub 2021 Aug 18. PMID: 34405852; PMCID: PMC8756052.
 22. The compliance with radiation protection and knowledge about radiation exposure among the orthopedic operating room personnel in Saudi Arabia. [Internet]. [cited 2026 May 18]. Available from: <https://journalmsr.com/the-compliance-with-radiation-protection-and-knowledge-about-radiation-exposure-among-the-orthopedic-operating-room-personnel-in-saudi-arabia/>.
 23. Occupational Safety and Health Administration. Organizational Safety Culture - Linking patient and worker safety [Internet]. Washington DC: OSHA; [cité 02 Dec 2025]. Available from: <https://www.osha.gov/healthcare/safety-culture>.
 24. Gang L, XiaoQin W, Yin Yin L, Yan H, Ye L, Rong Z, LiMei N, Xue Z, HanMei S, XiaoBin L. Research on radiation sensitive biomarkers and status of radiation safety literacy under low dose irradiation : Radiation biomarkers and radiation safety culture. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*. Dec 2023;16(4): 100728. doi: 10.1016/j.jrras.2023.100728.
 25. Ploussi A, Efstathopoulos EP. Importance of establishing radiation protection culture in Radiology Department. *World J Radiol* 2016; 8(2): 142-147 [PMID: 26981223 DOI: 10.4329/wjr.v8.i2.142].
 26. Rose A, Uebel KE, Rae WI. Interventionalists' perceptions on a culture of radiation protection. *SA J Radiol*. 2018 Mar 19;22(1):1285. doi: 10.4102/sajr.v22i1.1285. PMID: 31754493; PMCID: PMC6837825.
 27. Shubayr N. Operating room radiation safety measures: Awareness, compliance, and perceived risks among nurses and other healthcare workers. *Int Nurs Rev*. 2025 Sep;72(3):e13071. doi: 10.1111/inr.13071. Epub 2024 Nov 27. PMID: 39603982.
 28. Shungube A, Khoza TE. Compliance with radiation protection among radiographers in Eswatini public health facilities. *Health SA*. 2024 Dec 10;29:2727. doi: 10.4102/hsag.v29i0.2727. PMID: 39822897; PMCID: PMC11736565.
 29. La culture de radioprotection au sein de l'entreprise [Internet]. 2018. [cité 04 Nov 2025]. Disponible sur : https://sfrp.asso.fr/wp-content/uploads/2022/02/Fiche-Technique-SFRP-Radioprotection-_04-2018.pdf.
 30. Harbaj I, Kharchaf A, Chakir E, Harbaj S. Evaluation of radiation protection knowledge and practices among Moroccan operating room nurses. *Radioprotection*. 2024 Oct 18;60. doi: 10.1051/radiopro/2024049.

31. Maharjan S, Parajuli K, Sah S, Poudel U. Knowledge of radiation protection among radiology professionals and students: A medical college-based study. *Eur J Radiol Open*. 2020 Nov 22;7:100287. doi: 10.1016/j.ejro.2020.100287. PMID: 33294498; PMCID: PMC7691545.
32. Rodrigues BV, Lopes PC, Mello-Moura AC, Flores-Fraile J, Veiga N. Literacy in the Scope of Radiation Protection for Healthcare Professionals Exposed to Ionizing Radiation: A Systematic Review. *Healthcare (Basel)*. 2024 Oct 12;12(20):2033. doi: 10.3390/healthcare12202033. PMID: 39451447; PMCID: PMC11507015.
33. Lewis MS, Downing PC, Hayre DCM. South African radiography leadership co-constructing radiation protection change ideas. *J Med Imaging Radiat Sci*. 2022 Jun;53(2):248-255. doi: 10.1016/j.jmir.2022.03.007. Epub 2022 Mar 30. PMID: 35367167.
34. Agence fédérale de Contrôle nucléaire (AFCN). Radioprotection : principes de base et limites de doses [Internet]. [cité 09 Sept 2025]. Disponible sur : <https://afcn.fgov.be/fr/dossiers/radioactivite/radioprotection-principes-de-base-et-limites-de-doses>.
35. Agence fédérale de Contrôle nucléaire (AFCN). Obtenir la bonne image pour mon patient [Internet]. [cité 09 Sept 2025]. Disponible sur : <https://afcn.fgov.be/fr/professionnels/professions-medicales/medecins-referents/obtenir-la-bonne-image-pour-mon-patient>.
36. Société Française de Radioprotection. La culture de radioprotection au sein de l'entreprise [Internet]. Paris: SFRP; 2018 [cité 09 Sept 2025]. Disponible sur : https://sfrp.asso.fr/wp-content/uploads/2022/02/Fiche-Technique-SFRP-Radioprotection_-_04-2018.pdf.
37. Institut national de recherche et de sécurité. Lean manufacturing [Internet]. Paris: INRS; 2013 [cité 06 Mar 2026]. Disponible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED6144>.
38. Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection. Rapport du Groupe de travail issu du Groupe permanent d'experts en radioprotection médicale - Recommandations relatives à l'amélioration de la radioprotection lors des procédures interventionnelles radioguidées dans les blocs opératoires [Internet]. France: Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection; 2019 [cité 06 Mar 2026]. Disponible sur : https://www.asn.fr/content/download/169884/file_4/Recommandations relatives à l'amélioration de la radioprotection lors des procédures interventionnelles radioguidées dans les blocs opératoires.pdf.

39. Boyd BL. Using the theory of planned behavior as a predictor of radiologic technologists' use of patient radiation protection best practices: a Regional Study. 2013. Michigan: Andrew University; 2013. doi: 10.32597/dissertations/240/.
40. Johnson MJ, May CR. Promoting professional behaviour change in healthcare: what interventions work, and why? A theory-led overview of systematic reviews. *BMJ Open*. 2015 Sep 30;5(9):e008592. doi: 10.1136/bmjopen-2015-008592. PMID: 26423853; PMCID: PMC4593167.
41. Cash P, Wrobel A, Maier A, Hansen JP. Understanding long-term behaviour change techniques: a mixed methods study. *Journal of Engineering Design*. 2023;34(5–6), 383–410. doi: 10.1080/09544828.2023.2227933.
42. Ajzen I. The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 1991; 50(2):179-211. doi: 10.1016/0749-5978(91)90020-T.
43. Keyworth C, Epton T, Goldthorpe J, Calam R, Armitage CJ. Acceptability, reliability, and validity of a brief measure of capabilities, opportunities, and motivations (“COM-B”). *Br J Health Psychol*. 2020;25:474–501. doi: 10.1111/bjhp.12417. Cited: in : PMID: 32314500.
44. Michie S, van Stralen MM, West R. The behaviour change wheel: A new method for characterising and designing behaviour change interventions. *Implementation Sci*. 2011;6:42. doi: 10.1186/1748-5908-6-42.
45. Jang SY, Kim HS, Jeong SH, Kim YM. [Factors Affecting Radiation Protective Behaviors in Perioperative Nurses Applying the Theory of Planned Behavior: Path Analysis]. *J Korean Acad Nurs*. 2023 Apr;53(2):222-235. Korean. doi: 10.4040/jkan.22099. PMID: 37164349.
46. Jang SY, Kim HS, Jeong SH, Kim YM. Factors affecting radiation protective behaviors in perioperative nurses applying the theory of planned behavior: path analysis. *J Korean Acad Nurs*. 2023;53:222–235. doi: 10.4040/jkan.22099. Cited: in : PMID: 37164349.
47. Turner R, Hart J, Ashiru-Oredope D, Atkins L, Eades C, Felton T, Howlett E, Rice S, Shallcross L, Lorencatto F, Byrne-Davis L. A qualitative interview study applying the COM-B model to explore how hospital-based trainers implement antimicrobial stewardship education and training in UK hospital-based care. *BMC Health Serv Res*. 2023 Jul 19;23(1):770. doi: 10.1186/s12913-023-09559-5. PMID: 37468860; PMCID: PMC10357727.
48. Groeneweg J , Hudson PT, Vandevs Ted, Giulio EL. Why improving the safety climate doesn't always improve the safety performance." Rio de Janeiro: SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production. 2010. doi: 10.2118/127152-MS.

49. Ajzen I. Constructing a theory of planned behavior questionnaire. 2006 Jan; 1-12. Disponible sur : https://www.researchgate.net/publication/235913732_Constructing_a_Theory_of_Planned_Behavior_Questionnaire.
50. Barakat MT, Thosani NC, Huang RJ, Choudhary A, Kochar R, Kothari S, Banerjee S. Effects of a Brief Educational Program on Optimization of Fluoroscopy to Minimize Radiation Exposure During Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2018;16:550–557. doi: 10.1016/j.cgh.2017.08.008. Cited in : PMID: 28804031.
51. Boyd B. Using the theory of planned behavior as a predictor of radiologic technologists' use of patient radiation protection best practices: a regional study. Dissertations [Internet]. 2013; doi: <https://dx.doi.org/10.32597/dissertations/240/>.
52. Fetterly KA, Mathew V, Lennon R, Bell MR, Holmes DR, Rihal CS. Radiation dose reduction in the invasive cardiovascular laboratory: implementing a culture and philosophy of radiation safety. *JACC Cardiovasc Interv*. 2012;5:866–873. doi: 10.1016/j.jcin.2012.05.003. Cited in : PMID: 22917459.
53. Flyvbjerg B. Top Ten Behavioral Biases in Project Management: An Overview. *Project Management Journal*. 2021;52:531–546. doi: 10.1177/87569728211049046.
54. Frane N, Bitterman A. Radiation Safety and Protection. 2023 May 22. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan–. PMID: 32491431.
55. Gh MM, Kandi ZRK, Rostamzadeh S, Farshad A. Application of the theory of planned behavior in the design and implementation of a behavior-based safety plan in the workplace. *J Educ Health Promot*. 2021;10:459. doi: 10.4103/jehp.jehp_1254_20. Cited in : PMID: 35233406.
56. Heuckmann B, Hammann M, Asshoff R. Advantages and Disadvantages of Modeling Beliefs by Single Item and Scale Models in the Context of the Theory of Planned Behavior. *Education Sciences*. 2019;9:268. doi: 10.3390/educsci9040268.
57. Jang SY, Kim HS, Jeong SH, Kim YM. Factors affecting radiation protective behaviors in perioperative nurses applying the theory of planned behavior: path analysis. *J Korean Acad Nurs*. 2023;53:222–235. doi: 10.4040/jkan.22099. Cited in : PMID: 37164349.
58. Keyworth C, Epton T, Goldthorpe J, Calam R, Armitage CJ. Acceptability, reliability, and validity of a brief measure of capabilities, opportunities, and motivations (“COM-B”). *Br J Health Psychol*. 2020;25:474–501. doi: 10.1111/bjhp.12417. Cited in : PMID: 32314500.

59. Kim NY, Jeong SY. Perioperative patient safety management activities: A modified theory of planned behavior. *PLOS ONE*. 2021;16:e0252648. doi: 10.1371/journal.pone.0252648.
60. Lewis S, Downing C, Hayre CM. Using the theory of planned behaviour to determine radiation protection among south african diagnostic radiographers: a cross-sectional survey. *J Med Radiat Sci*. 2022;69:47–55. doi: 10.1002/jmrs.537. Cited: in: : PMID: 34427051.
61. Michie S, van Stralen MM, West R. The behaviour change wheel: A new method for characterising and designing behaviour change interventions. *Implementation Sci*. 2011;6:42. doi: 10.1186/1748-5908-6-42.
62. Ploussi A, Efstathopoulos EP. Importance of establishing radiation protection culture in Radiology Department. *World J Radiol*. 2016;8:142–147. doi: 10.4329/wjr.v8.i2.142. Cited: in: : PMID: 26981223.
63. Reeb-Whitaker C, Seixas N, Sheppard L, Neitzel R. Accuracy of task recall for epidemiological exposure assessment to construction noise. *Occup Environ Med*. 2004;61:135–142. doi: 10.1136/oem.2002.000489. Cited: in: : PMID: 14739379.
64. Rose A, Rae WID. A survey of radiation safety training among South African interventionalists. *AJHPE*. 2018;10:10. doi: 10.7196/AJHPE.2018.v10i1.981.
65. Vom J, Williams I. Justification of radiographic examinations: What are the key issues? *J Med Radiat Sci*. 2017;64:212–219. doi: 10.1002/jmrs.211. Cited: in: : PMID: 28188698.
66. Keyworth C, Conner M, Armitage C, Johnson J, Epton T, Vogt K. COM-B questionnaire [Internet]. Interactive Volitional Tool. [cité 09 Sept 2025]. Disponible sur : <https://implementationintentions.com/com-b-questionnaire>.
67. WHO. Enhancing radiation safety culture in health care: guidance for health care providers [Internet]. World Health Organisation. [cité 09 Sept 2025]. Disponible sur : <https://www.who.int/publications/i/item/9789240091115>.
68. AFCN. Formation continue en radioprotection. Agence fédérale de Contrôle nucléaire [Internet]. [cité 02 Dec 2025]. Disponible sur : <https://afcn.fgov.be/fr/professionnels/professions-medicales/radiotherapie/utilisateurs-dappareils-et-de-produits-1>.
69. AFCN. Personnes habilitées en imagerie médicale aux rayons X. Agence fédérale de Contrôle nucléaire [Internet]. [cité 02 Dec 2025]. Disponible sur : <https://afcn.fgov.be/fr/professionnels/professions-medicales/applications-radiologiques/information-et-recherche/personnes>.
70. IAEA. Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation [Internet]. IAEA; 2016 [cité 02 Dec 2025]. Disponible sur :

<http://www.iaea.org/publications/11102/radiation-protection-and-safety-in-medical-uses-of-ionizing-radiation>.

71. AFCN. Radioprotection : principes de base et limites de doses. Agence fédérale de Contrôle nucléaire [Internet]. [cité 02 Dec 2025]. Disponible sur : <https://afcn.fgov.be/fr/dossiers/radioactivite/radioprotection-principes-de-base-et-limites-de-doses>.
72. Safety Culture [Internet]. Image-wisely. [cité 02 Dec 2025]. Disponible sur : <https://www.imagewisely.org/Imaging-Modalities/General-Radiation-Safety/Safety-Culture>.
73. Sûreté : un processus continu d'amélioration. Agence fédérale de Contrôle nucléaire [Internet]. [cité 02 Dec 2025]. Disponible sur : <https://afcn.fgov.be/fr/dossiers/centrales-nucleaires-en-belgique/surete/surete-un-processus-continu-damelioration>.
74. Statmodel.com. Validity deleted [Internet]. [cité le 06 Mar 2026]. Disponible sur : <https://www.statmodel.com/download/validitydeleted.pdf>.
75. van Sonderen E, Sanderman R, Coyne JC. Ineffectiveness of reverse wording of questionnaire items: let's learn from cows in the rain. PLoS One. 2013 Jul 31;8(7):e68967. doi: 10.1371/journal.pone.0068967. Erratum in: PLoS One. 2013;8(9). doi:10.1371/annotation/af78b324-7b44-4f89-b932-e851fe04a8e5. PMID: 23935915; PMCID: PMC3729568.
76. Doker Giliam. Exploratory research and its impact on problem identification. Iran: J Res Dev. 2023;11(219). doi: 10.35248/2311-3278.23.11.219.
77. Gh MM, Kandi ZRK, Rostamzadeh S, Farshad A. Application of the theory of planned behavior in the design and implementation of a behavior-based safety plan in the workplace. J Educ Health Promot. 2021 Dec 31;10:459. doi: 10.4103/jehp.jehp_1254_20. PMID: 35233406; PMCID: PMC8826891.
78. Gh MM, Kandi ZRK, Rostamzadeh S, Farshad A. Application of the theory of planned behavior in the design and implementation of a behavior-based safety plan in the workplace. J Educ Health Promot. 2021 Dec 31;10:459. doi: 10.4103/jehp.jehp_1254_20. PMID: 35233406; PMCID: PMC8826891.
79. Norman P, Cooper Y. The theory of planned behaviour and breast self-examination: assessing the impact of past behaviour, context stability and habit strength. Psychol Health. 2011 Sep;26(9):1156-72. doi: 10.1080/08870446.2010.481718. Epub 2011 Jun 1. PMID: 21391130.
80. Valentin J. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. Ann ICRP. 2000;30(2):7-67. doi: 10.1016/S0146-6453(01)00004-5. PMID: 11459599.

81. Szarmach A, Piskunowicz M, Świętoń D, Muc A, Mockało G, Dzierżanowski J, Szurowska E. Radiation safety awareness among medical staff. *Pol J Radiol.* 2015 Feb 1;80:57-61. doi: 10.12659/PJR.892758. PMID: 25674196; PMCID: PMC4315635.
82. Oyedele GJ, Shanker A, Tildesley MJ, Vlaev I. Assessing the relationships between capability, opportunity, and motivation in influencing self-isolation behaviour during pandemics. *Sci Rep.* 2026 Jan 14;16(1):5251. doi: 10.1038/s41598-026-36198-7. PMID: 41535346; PMCID: PMC12881627.
83. Willmott TJ, Pang B, Rundle-Thiele S. Capability, opportunity, and motivation: an across contexts empirical examination of the COM-B model. *BMC Public Health.* 2021 May 29;21(1):1014. doi: 10.1186/s12889-021-11019-w. PMID: 34051788; PMCID: PMC8164288.
84. Han, Eunok, Moon inok. A model for protective behavior against the harmful effects of radiation for radiological technologists in medical centers. *Journal of Radiation Protection.* 2009; 34(3): 95-101.
85. Coupe N, Cotterill S, Peters S. Enhancing community weight loss groups in a low socioeconomic status area: Application of the COM-B model and Behaviour Change Wheel. *Health Expectations.* 2022;25(5), 2043-2055. doi: 10.1111/hex.13325.
86. Ackermann DM, Hersch JK, Janda M, Bracken K, Turner RM, Bell KJL. Using the Behaviour Change Wheel to identify barriers and targeted strategies to improve adherence in randomised clinical trials: The example of MEL-SELF trial of patient-led surveillance for melanoma. *Contemp Clin Trials.* 2024 May;140:107513. doi: 10.1016/j.cct.2024.107513. Epub 2024 Mar 26. PMID: 38537902.
87. Wilkie S, Townshend T, Thompson E, Ling J. Restructuring the built environment to change adult health behaviors: a scoping review integrated with behavior change frameworks. *Cities Health.* 2019 Feb 20;2(2):198-211. doi: 10.1080/23748834.2019.1574954. PMID: 31650034; PMCID: PMC6777541.
88. Timmermans L, Decat P, Foulon V, Van Hecke A, Vermandere M, Schoenmakers B, Primary Care Academy. Facilitating self-management support using the behaviour change wheel (BCW) to address healthcare professionals' behaviour. *International Journal of Education Research Open.* 2024;7. doi: 10.1016/j.ijedro.2024.100370.
89. Kirkman MA, Sevdalis N, Arora S, Baker P, Vincent C, Ahmed M. The outcomes of recent patient safety education interventions for trainee physicians and medical students: a systematic review. *BMJ Open.* 2015 May 20;5(5):e007705. doi: 10.1136/bmjopen-2015-007705. PMID: 25995240; PMCID: PMC4442206.
90. Teufer B, Ebenberger A, Affengruber L, Kien C, Klerings I, Szélag M, Grillich L, Griebler U. Evidence-based occupational health and safety interventions: a comprehensive

overview of reviews. BMJ Open. 2019 Dec 11;9(12):e032528. doi: 10.1136/bmjopen-2019-032528. PMID: 31831544; PMCID: PMC6924871.

91. Qualiris. Guide d'aide à la mise en oeuvre d'un « bloc des erreurs au bloc opératoire » [Internet]. [cité 18 Avril 2026]. Disponible sur : <https://qualiris.esante-centre.fr/sites/qualiris.esante-centre.fr/files/2024-07/01 - Guide d'aide à la mise en oeuvre d'un « bloc des erreurs au bloc opératoire».pdf>.
92. AHRQ PSNet. Evolution of root cause analysis [Internet]. [cité 18 Avril 2026]. Disponible sur : <https://psnet.ahrq.gov/perspective/evolution-root-cause-analysis>.
93. Holden RJ. People or systems? To blame is human. The fix is to engineer. Prof Saf. 2009 Dec;54(12):34-41. PMID: 21694753; PMCID: PMC3115647.
94. Goldman J, Smeraglio A, Lo L, Kuper A, Wong BM. Theory in quality improvement and patient safety education: A scoping review. Perspect Med Educ. 2021 Dec;10(6):319-326. doi: 10.1007/s40037-021-00686-5. Epub 2021 Oct 5. PMID: 34609733; PMCID: PMC8633332.

Annexes

Annexe A : Questionnaire.

Annexe B : Affiche.

Annexe C : Codebook.

Annexe D : Histogrammes et Q-Q plot.

Questionnaire à l'intention du personnel

ETUDE SUR LES PRATIQUES DE RADIOPROTECTION

Investigatrice : Nunes--Bosch Sandra (S.NunesBosch@student.uliege.be)

Promotrice : Pirlet Véra, Directrice du SUCPR (Vera.Pirlet@uliege.be)

Vous êtes invité(e) à participer à une étude sur la radioprotection dans votre environnement professionnel. Votre contribution est précieuse afin de mieux comprendre les facteurs d'adhésion et les enjeux.

Ce questionnaire est anonyme et confidentiel. Vos réponses serviront uniquement à cette recherche.

Il n'y a pas de bonne ou mauvaise réponse.

Durée : environ 5 minutes.

Échelle : 1 = Pas du tout d'accord → 7 = Tout à fait d'accord.

Informations générales

1. Formation :

- | | |
|---|---|
| ☐ Médecin | ☐ Infirmier(e) |
| ☐ Technologue en imagerie médicale | ☐ Physicien(ne) médical(e) |
| ☐ Autre : | |

2. Poste(s) d'affectation :

- | | |
|---|--|
| ☐ Radiologie conventionnelle | ☐ Scanner (CT-scan) |
| ☐ PET-CT | ☐ Mammographie |
| ☐ Radiologie interventionnelle | ☐ Radiothérapie |
| ☐ Curiethérapie | ☐ Scanner (Radiothérapie) |
| ☐ Autre : | |

3. **Expérience professionnelle avec les rayonnements ionisants** : années

4. **Formation initiale en radioprotection délivrée avec votre diplôme** : Oui / Non

5. Dernière formation continue en radioprotection :

- | | |
|--|----------------------------------|
| ☐ Moins d'1 an | ☐ 1–3 ans |
| ☐ Plus de 3 ans | ☐ Jamais |

Vos opinions sur la radioprotection

	1	2	3	4	5	6	7
1. Pour moi, appliquer systématiquement les mesures de radioprotection dans ma pratique quotidienne est :							
1.1. Utile	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1.2. Agréable	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1.3. Efficace	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1.4. Important	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1.5. Facilitant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1.6. Productif	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1.7. Recommandable	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1.8. Sécurisant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2. La plupart des personnes importantes pour moi pensent que je devrais systématiquement appliquer les mesures de radioprotection.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3. Mes collègues s'attendent à ce que j'applique rigoureusement les protocoles.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4. Mon superviseur s'attend à ce que je respecte tous les protocoles en toute circonstance.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5. L'opinion de mes collègues concernant la radioprotection est importante pour moi.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6. L'opinion de mon superviseur concernant ma pratique de la radioprotection m'importe.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7. L'opinion des patients concernant les mesures de protection que je prends influence mon comportement.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8. J'ai un contrôle total sur l'application des mesures de radioprotection dans ma pratique.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9. Si je le voulais, je pourrais facilement appliquer tous les protocoles de radioprotection.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10. Il m'est facile d'appliquer les mesures de radioprotection même en situation de stress.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
11. J'ai les compétences nécessaires pour appliquer correctement tous les protocoles de radioprotection.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
12. Les facteurs extérieurs (temps, charge de travail) ne m'empêchent pas d'appliquer la radioprotection.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

13. Je suis confiant(e) dans ma capacité à maintenir les standards de radioprotection même lors de procédures complexes.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
14. Appliquer les mesures de radioprotection dépend entièrement de moi.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
15. Au cours des derniers mois :							
15.1. J'ai eu l'intention d'appliquer systématiquement toutes les mesures de radioprotection.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
15.2. J'ai planifié de respecter scrupuleusement tous les protocoles de radioprotection.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
15.3. J'étais déterminé(e) à utiliser systématiquement les équipements de protection.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
16. Au cours des derniers mois, j'ai systématiquement :							
16.1. Porté tous les équipements de protection requis.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
16.2. Respecté les principes de temps, distance et blindage.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Votre environnement de travail

	1	2	3	4	5	6	7
17. Je suis capable d'appliquer correctement les protocoles de radioprotection.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
18. J'ai les habiletés physiques nécessaires pour utiliser efficacement tous les équipements de protection.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
19. J'ai accès aux équipements et ressources nécessaires pour appliquer la radioprotection.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
20. Mon environnement de travail facilite l'adoption de comportements sécuritaires en radioprotection.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
21. Je planifie activement mes actions de radioprotection avant chaque procédure.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
22. Appliquer les mesures de radioprotection est devenu automatique dans ma pratique.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
23. Dans mon service, contourner les règles de radioprotection pour des raisons pratiques est inacceptable.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
24. Mon service dispose de protocoles clairs et accessibles en radioprotection.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
25. Dans mon service, la radioprotection est considérée comme une priorité par la direction.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Remarque(s) éventuelle(s) que vous souhaiteriez ajouter :

.....

.....

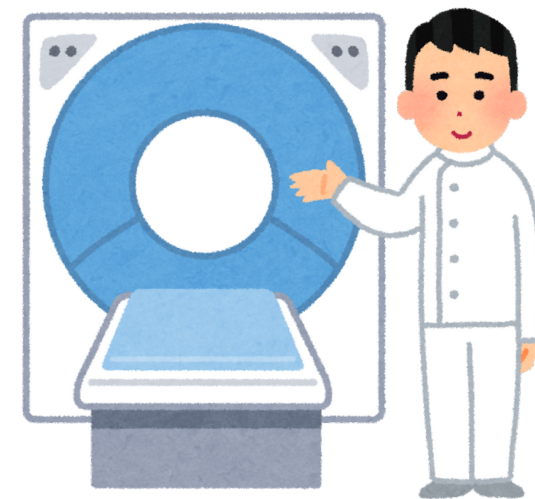
.....

.....

.....

.....

Merci pour votre participation !



Vous portez un dosimètre ? Ce questionnaire anonyme est pour vous !

Durée : environ 5 minutes



ETUDE SUR LES PRATIQUES DE RADIOPROTECTION

Mémoire de fin d'études en master des sciences de la santé publique



<https://forms.office.com/e/e8hUBdrAJ8>

Investigatrice : Nunes--Bosch Sandra (S.NunesBosch@student.uliege.be)

Promotrice : Pirlet Véra, Directrice du SUCPR (Vera.Pirlet@uliege.be)

Merci de votre participation !

DATA : Base de données Questionnaire sur l'adhésion à la radioprotection

OBSERVATIONS : 38

VARIABLES : 58

ECHELLE DE LIKERT :

1 = Pas du tout d'accord

2 = Pas d'accord

3 = Moyennement pas d'accord

4 = Neutre

5 = Moyennement d'accord

6 = D'accord

7 = Tout à fait d'accord

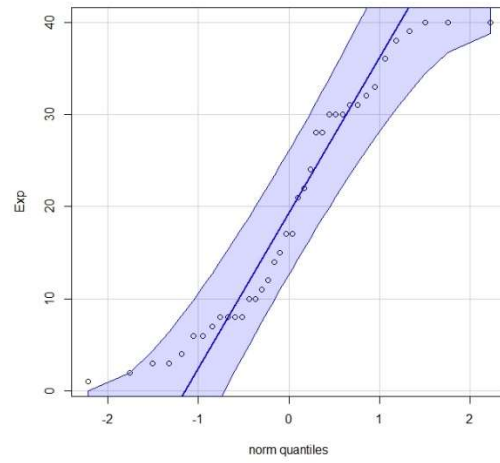
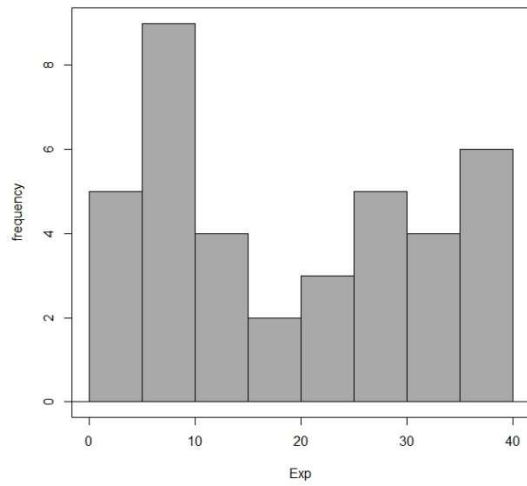
DESCRIPTION DES VARIABLES :

Num	Variable	Explications
1	ID	Identifiant (1 - 38)
2	Duree	Durée de complétion du questionnaire (minutes)
3	Formation	Formation (1 = Médecin, 2 = Infirmier, 3 = Technologue en imagerie médicale, 4 = Physicien médical, 5 = Autre)
4	Poste_RxConv	Travaille en Radiologie Conventionnelle (0 = Non, 1 = Oui)
5	Poste_Scan	Travaille au scanner (0 = Non, 1 = Oui)
6	Poste_PETCT	Travaille au PET-CT (0 = Non, 1 = Oui)
7	Poste_Mammo	Travaille en mammographie (0 = Non, 1 = Oui)
8	Poste_RxInt	Travaille en Radiologie Interventionnelle (0 = Non, 1 = Oui)
9	Poste_RxTh	Travaille en Radiothérapie (0 = Non, 1 = Oui)
10	Poste_CurieTh	Travaille en Curiethérapie (0 = Non, 1 = Oui)
11	Poste_ScanRxTh	Travaille au scanner en Radiothérapie (0 = Non, 1 = Oui)
12	Exp	Expérience professionnelle avec les rayonnements ionisants (années)
13	FormRxpt	Formation initiale en radioprotection avec le diplôme (0 = Non, 1 = Oui)
14	DerFormRxpt	Dernière formation continue en radioprotection (1 = Moins d'1 an, 2 = 1-3 ans, 3 = Plus de 3 ans, 4 = Jamais)

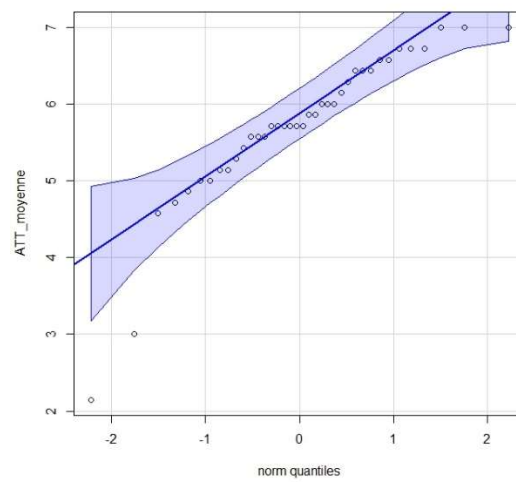
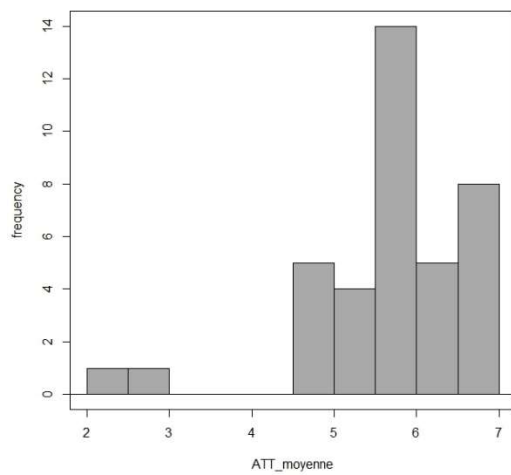
15	ATT_Utile	Attitude : Appliquer les mesures est... utile (accord 1 - 7)
16	ATT_Agreable	Attitude : Appliquer les mesures est... agréable (accord 1 - 7)
17	ATT_Efficace	Attitude : Appliquer les mesures est... efficace (accord 1 - 7)
18	ATT_Important	Attitude : Appliquer les mesures est... important (accord 1 - 7)
19	ATT_Facilitant	Attitude : Appliquer les mesures est... facilitant (accord 1 - 7)
20	ATT_Productif	Attitude : Appliquer les mesures est... productif (accord 1 - 7)
21	ATT_Recommandable	Attitude : Appliquer les mesures est... recommandable (accord 1 - 7)
22	ATT_Securisant	Attitude : Appliquer les mesures est... sécurisant (accord 1 - 7)
23	ATT_moyenne	Score moyen composite de l'attitude.
24	NS_PersImp	Normes subjectives : Avis des personnes importantes (accord 1 - 7)
25	NS_AttenteColl	Normes subjectives : Attente des collègues (accord 1 - 7)
26	NS_AttenteSup	Normes subjectives : Attente du superviseur (accord 1 - 7)
27	NS_OpinionColl	Normes subjectives : Importance de l'opinion des collègues (accord 1 - 7)
28	NS_OpinionSup	Normes subjectives : Importance de l'opinion du superviseur (accord 1 - 7)
29	NS_OpinionPat	Normes subjectives : Importance de l'opinion des patients (accord 1 - 7)
30	NS_moyenne	Score moyen composite des normes subjectives.
31	CP_Contrôle	Contrôle perçu : Contrôle totale des mesures (accord 1 - 7)
32	CP_Protocoles	Contrôle perçu : Facilité si volonté (accord 1 - 7)
33	CP_Stress	Contrôle perçu : Non blocage par le stress (accord 1 - 7)
34	CP_Compétences	Contrôle perçu : Compétences acquises (accord 1 - 7)
35	CP_FactExt	Contrôle perçu : Non blocage par les facteurs extérieurs (accord 1 - 7)
36	CP_Complexe	Contrôle perçu : Confiance durant procédures complexes (accord 1 - 7)
37	CP_Responsable	Contrôle perçu : Contrôle interne (accord 1 - 7)
38	CP_moyenne	Score moyen composite du contrôle perçu.
39	INT_Mesures	Intention : Appliquer systématiquement toutes les mesures (accord 1 - 7)
40	INT_Protocoles	Intention : Respecter scrupuleusement tous les protocoles (accord 1 - 7)
41	INT_Equipements	Intention : Utiliser systématiquement les équipements (accord 1 - 7)
42	INT_moyenne	Score moyen composite de l'intention.
43	COM_Equipements	Comportement auto-rapporté : Port des équipements (accord 1 - 7)
44	COM_ALARA	Comportement auto-rapporté : Respect du principe ALARA (accord 1 - 7)

45	COM_moyenne	Score moyen composite du comportement.
46	CapaPsy	Capacité psychologique (accord 1 - 7)
47	CapaPhy	Capacité physique (accord 1 - 7)
48	Capa_moyenne	Score moyen composite de la capacité.
49	OpporPhy	Opportunité physique (accord 1 - 7)
50	OpporSocial	Opportunité sociale (accord 1 - 7)
51	Oppor_moyenne	Score moyen composite de l'opportunité.
52	MotivRef	Motivation réflexive (accord 1 - 7)
53	MotivAuto	Motivation automatique (accord 1 - 7)
54	Motiv_moyenne	Score moyen composite de la motivation.
55	ContexteRegles	Contexte rapporté : Contourner les règles est inacceptable (accord 1 - 7)
56	ContexteProtocoles	Contexte rapporté : Clarté et accessibilité des protocoles (accord 1 - 7)
57	ContextePriorite	Contexte rapporté : Priorité de la direction (accord 1 - 7)
58	Contexte_moyenne	Score moyen composite du contexte rapporté.

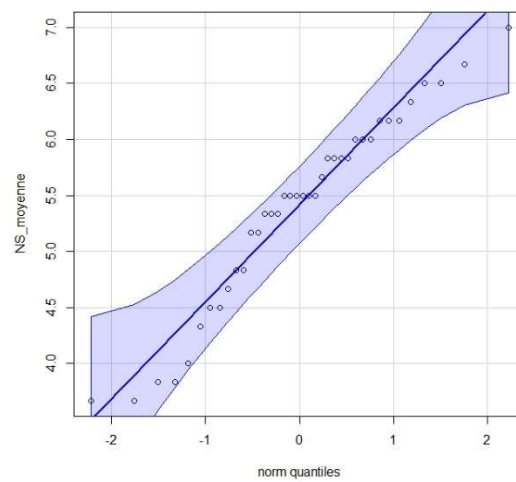
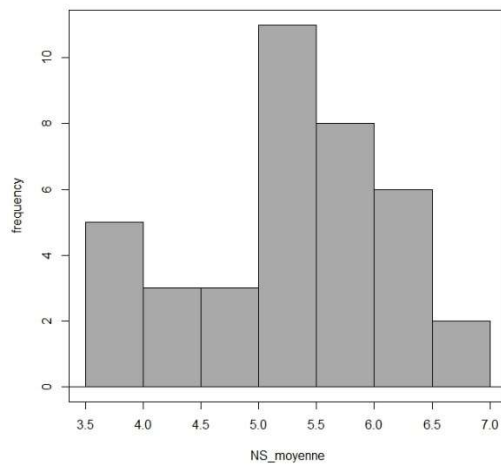
Démographie



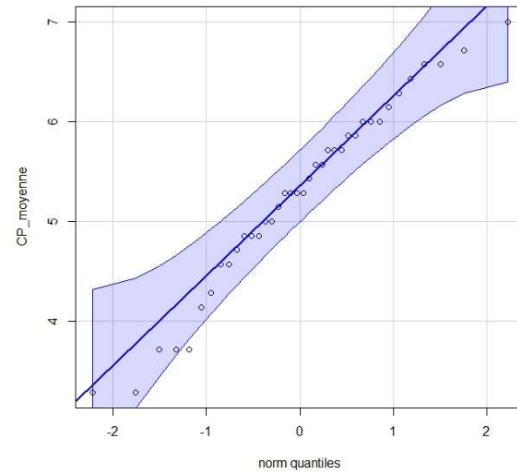
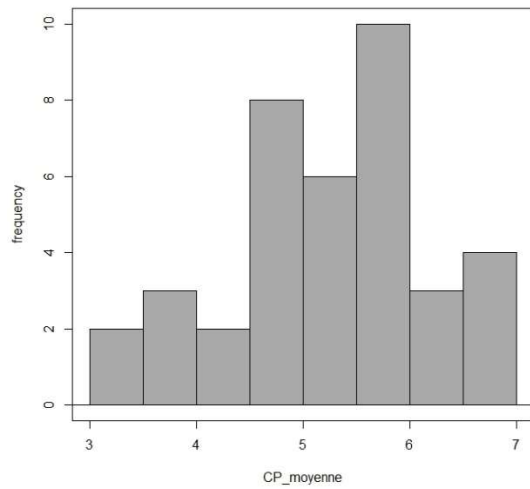
Moyennes : Attitude



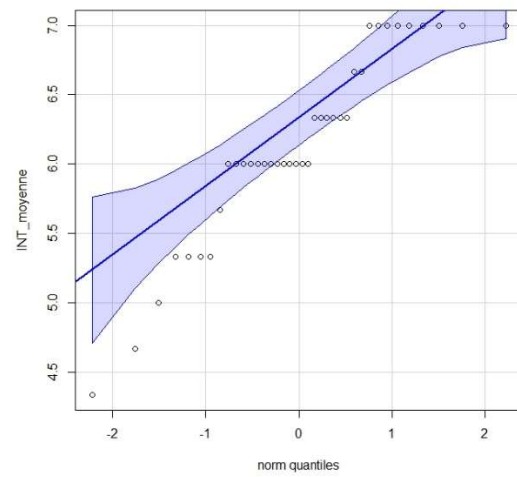
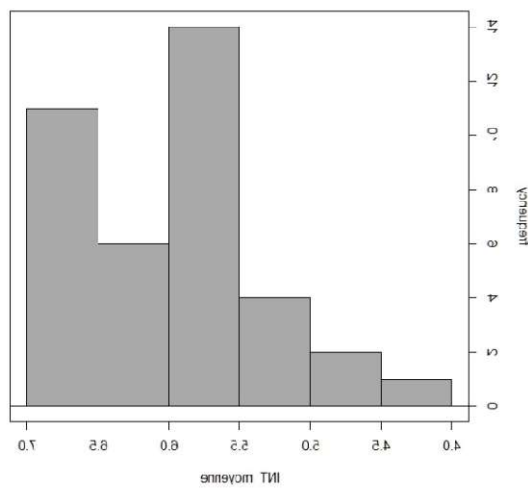
Moyennes : Normes subjectives



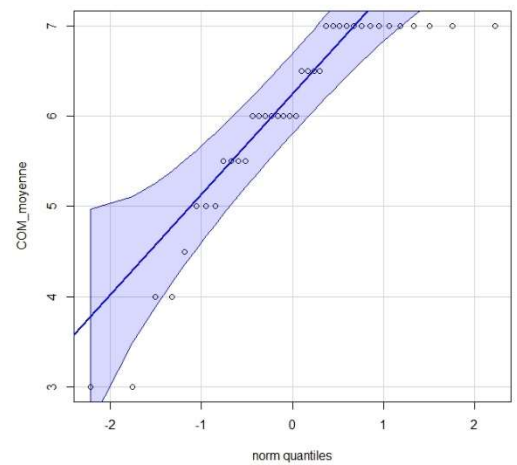
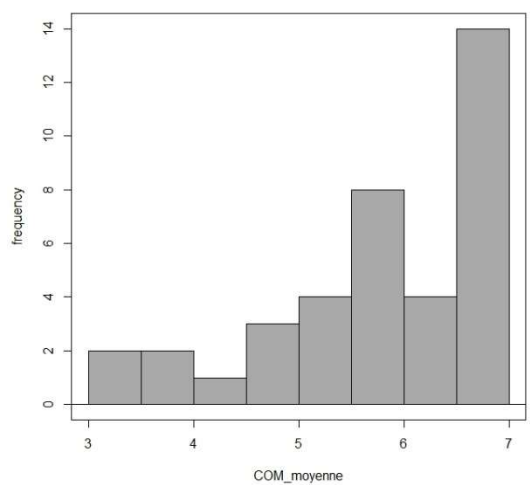
Moyennes : Contrôle perçu



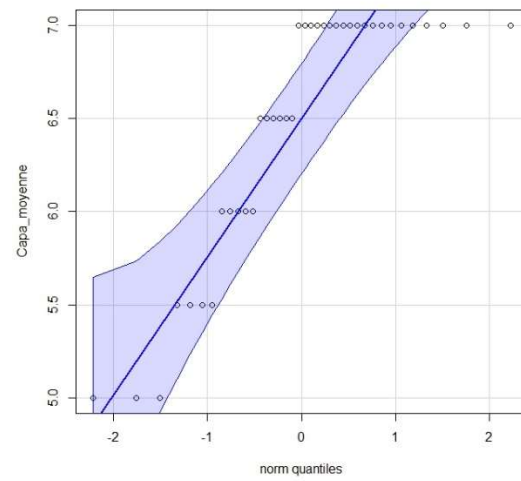
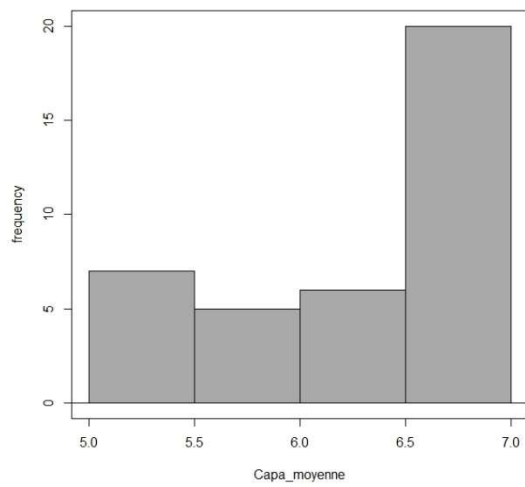
Moyennes : Intention



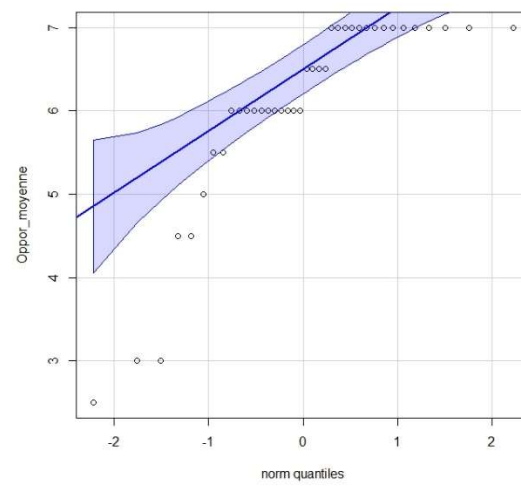
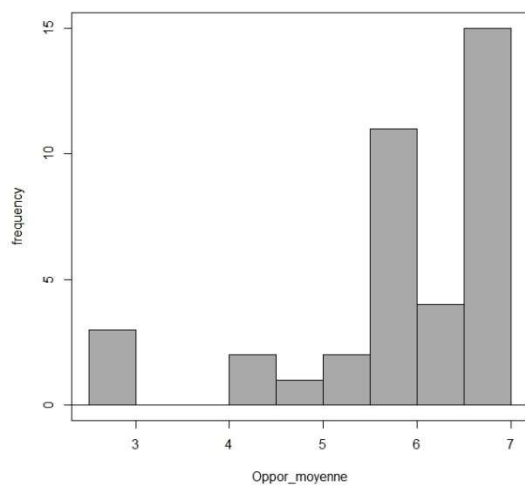
Moyennes : Comportement



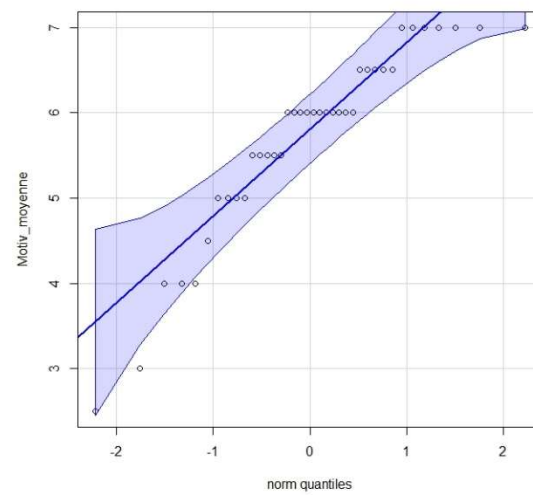
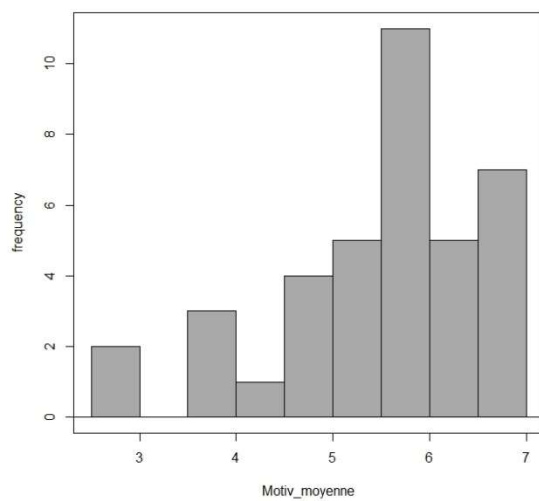
Moyennes : Capacité



Moyennes : Opportunité



Moyennes : Motivation



Moyennes : Contexte organisationnel

