

Évaluation de l'effet combiné de la réalité virtuelle et de la stimulation olfactive sur le craving tabagique chez les jeunes adultes

Auteur : Vadala, Anya

Promoteur(s) : Etienne, Anne-Marie

Faculté : Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation

Diplôme : Master en sciences psychologiques, à finalité spécialisée

Année académique : 2025-2026

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/27310>

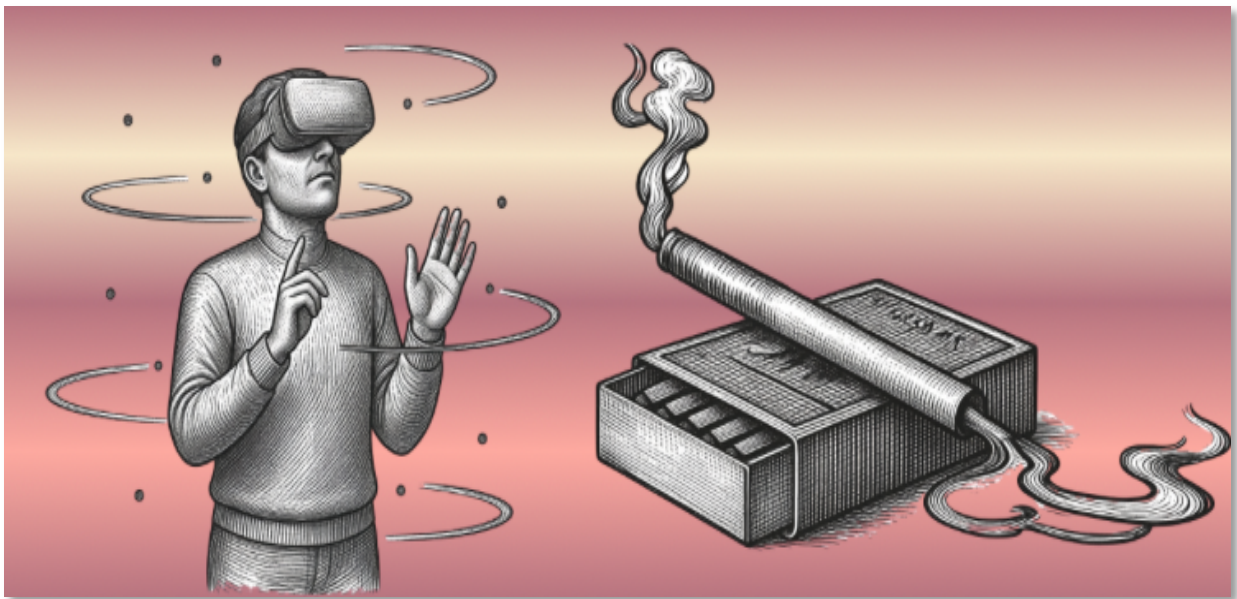
Avertissement à l'attention des usagers :

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.

Évaluation de l'effet combiné de la réalité virtuelle et de la stimulation olfactive sur le craving tabagique chez les jeunes adultes

Mémoire présenté par Vadala Anya



Promotrice : Etienne Anne-Marie

Superviseuse : Ayhan Yasemin

Lecteurs : Quertemont Etienne et Delvaux Muriel

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en
Sciences Psychologiques - Année académique 2025 – 2026

Remerciements :

La réalisation de ce mémoire et de cette étude n'aurait pas été possible sans l'aide, le soutien et la confiance de nombreuses personnes. Je tiens donc à remercier sincèrement toutes celles et ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Je souhaite tout d'abord remercier ma promotrice, Anne-Marie Etienne, ainsi que son assistante, Yasemin Ayhan, pour leur disponibilité, leur accompagnement et le temps qu'elles nous ont accordé tout au long de la réalisation de cette étude. Leurs conseils et leurs remarques nous ont permis de faire évoluer notre travail et de mener ce projet à son terme.

Je remercie également le SIG AR/VR Lab (Service d'Informatique de Gestion - Réalité Augmentée et Virtuelle) de HEC Liège, pour leur aide dans la création des environnements virtuels ainsi que pour le prêt du matériel nécessaire à la réalisation de notre étude, notamment le casque de réalité virtuelle, le diffuseur et le smartphone.

Je tiens également à remercier chaleureusement l'ensemble des participants qui ont accepté de prendre part à cette étude et qui ont consacré leur temps à participer aux différentes séances. Leur implication et leur disponibilité ont été essentielles à la réalisation de ce travail, qui n'aurait tout simplement pas pu voir le jour sans eux.

Je remercie également toutes les personnes qui ont contribué à notre recrutement en partageant notre publication sur les réseaux sociaux, ainsi que les pharmacies et les tabacologues qui ont accepté d'afficher nos flyers et de nous aider à faire connaître notre étude.

Je remercie d'ores et déjà Etienne Quertemont et Muriel Delvaux, futures lectrices de ce mémoire. Je vous remercie pour l'intérêt que vous portez à la recherche que j'ai menée cette année ainsi que pour le temps que vous consacrerez à la lecture et à l'évaluation de ce travail.

Je souhaite adresser un remerciement tout particulier à ma maman. Grâce à son métier de déléguée pharmaceutique, elle m'a permis de faire parvenir nos flyers dans de nombreuses pharmacies et a ainsi contribué concrètement à notre recrutement. Mais au-delà de cette aide précieuse pour l'étude, je veux surtout la remercier pour son soutien tout au long de cette année. Elle a été présente dans les moments où il était difficile de continuer, m'a encouragée, soutenue et aidée à m'accrocher jusqu'au bout. Elle m'a permis de me relever, de continuer à avancer et d'aller au bout de ce projet, même lorsque les choses n'étaient pas toujours simples. Je ne

pourrais pas terminer ces remerciements sans lui dire à quel point son soutien a compté dans la réalisation de ce mémoire et, plus largement, dans ces années d'études.

Je remercie également mon beau-père pour le temps qu'il a consacré à la relecture de mon mémoire, pour ses remarques et ses corrections, mais aussi pour son soutien et sa présence tout au long de ce parcours. Son aide m'a été précieuse dans les dernières étapes de ce travail.

Je remercie ma famille, mes amis et toutes les personnes qui ont partagé ma vie au cours de ces cinq années d'études. Chacun et chacune, à votre manière, avez contribué à faire de moi la personne que je suis aujourd'hui. Merci d'avoir toujours cru en moi, de m'avoir soutenue, encouragée et supportée, dans les bons comme dans les mauvais moments. Ces cinq années n'auraient certainement pas eu la même saveur sans vous.

Enfin, je remercie mon petit chat Lytchee, pour sa présence réconfortante lors des nombreux moments de doute et de découragement. Même sans le savoir, ses câlins et sa présence ont souvent rendu les longues journées de travail un peu plus faciles.

À toutes ces personnes, merci.

Résumé :

La réalité virtuelle constitue une approche de plus en plus utilisée dans le domaine de la tabacologie, notamment pour étudier la réactivité aux stimuli associés au tabagisme. Ce mémoire avait pour objectif d'évaluer l'effet combiné de la réalité virtuelle et de la stimulation olfactive sur le craving tabagique chez de jeunes adultes fumeurs. Plus précisément, il s'agissait de comparer les effets d'une odeur de lavande, considérée comme agréable, à ceux d'une odeur d'iode, considérée comme neutre. Les parties Introduction générale, Méthodologie, Résultats, Bibliographie et Annexes ont été réalisées conjointement avec Amélie Oger.

24 participants âgés de 18 à 25 ans ont participé à l'étude, dont 18 ont réalisé les quatre séances expérimentales. Les participants ont été répartis aléatoirement dans deux conditions et exposés, au cours de quatre séances, à trois environnements virtuels contenant des indices associés au tabagisme. Un stimulus olfactif était ensuite introduit au cours de l'exposition en réalité virtuelle. Le niveau de craving a été évalué à différents moments du protocole.

Les résultats montrent une augmentation significative du craving lors de l'exposition aux indices tabagiques. En revanche, aucune diminution significative du craving n'a été observée après l'introduction du stimulus olfactif et aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les conditions Lavande et Iode. L'évolution du craving au cours des quatre séances ne montre pas non plus d'effet significatif du temps ni d'interaction entre le temps et la condition. Une diminution significative des scores de dépendance tabagique évalués par le FTND est toutefois observée au fil des séances, sans différence significative entre les deux conditions.

Une analyse exploratoire met par ailleurs en évidence une diminution plus importante du craving lorsque l'odeur est évaluée positivement, comparativement à un ressenti neutre ou négatif. Cette observation doit toutefois être interprétée avec prudence en raison du caractère exploratoire de cette analyse. Ces résultats suggèrent que le ressenti subjectif associé à l'odeur pourrait constituer une variable importante dans l'étude des effets de la stimulation olfactive sur le craving. Les résultats sont discutés au regard des limites de l'étude, notamment la taille réduite de l'échantillon, les abandons au cours du protocole, l'influence possible de facteurs extérieurs sur les variations de consommation, l'effet de l'expérimentateur et le recours principalement à des mesures autorapportées, ainsi que des perspectives de recherche visant à mieux comprendre le rôle du ressenti olfactif et des émotions dans la modulation du craving.

Table des matières :

Remerciements :	
Résumé :	
Liste des figures et des tableaux :	
Liste des abréviations :	
Introduction générale :	1
1.1 Consommation tabagique :	2
1.2 Le tabac chez les jeunes adultes :	4
1.3 Le Craving :	6
1.4 La réalité virtuelle :	11
1.4.1 Définition et objectif(s) :	11
1.4.2 Champs d'application :	12
1.4.3 L'immersion et la présence :	13
1.4.4 Les avantages et les inconvénients :	14
1.4.5 La réalité virtuelle dans le domaine du tabagisme :	15
1.5 Les odeurs :	16
1.5.1 Influence des odeurs sur le craving tabagique :	17
1.6 Combinaison de la stimulation olfactive et de la réalité virtuelle :	18
1.7 Conclusion :	19
1.8 Question de recherche :	19
1.9 Hypothèses :	20
1.9.1 Hypothèse 1 (préliminaire).....	20
1.9.2 Hypothèse 2 (principale)	20
1.9.3 Hypothèse 4 (secondaire)	21
1.9.4 Hypothèse 3 (exploratoire).....	21
2. Méthodologie :	21

2.1	Considérations éthiques :	21
2.2	Les critères d'inclusion et les critères d'exclusion :	21
2.3	Procédure de recrutement :	22
2.4	Déroulement de l'étude :	22
2.5	Le matériel :	24
2.5.1	Smartphone :	24
2.5.2	Le casque :	25
2.5.3	Le diffuseur :	25
2.5.4	La hotte :	26
2.5.5	Les environnements virtuels :	26
2.6	Outils de mesures :	26
2.6.1	Mesure du craving tabagique :	26
2.6.2	Mesure de la dépendance tabagique :	27
2.6.3	Mesure des cybermalaises :	27
2.6.4	Mesure du sentiment de présence :	28
2.6.5	Questionnaire des émotions de base :	28
3.	Résultats :	29
3.1	Analyse statistique.....	29
3.2	Analyses descriptives de l'échantillon	31
3.2.1	Caractéristiques sociodémographiques et tabagiques de l'échantillon :	32
3.2.2	Respect de la consigne expérimentale :	33
3.2.3	Profil émotionnel des participants :	33
3.2.4	Analyse descriptive du sentiment de présence :	34
3.2.5	Analyse descriptive du cybermalaise :	34
3.2.6	Intensité perçue de l'odeur :	34
3.2.7	Analyse qualitative du ressenti de l'odeur :	34
3.2.8	Analyse qualitative de l'évolution perçue de la consommation tabagique :	35

3.2.9	Relation entre le cybermalaise et le ressenti subjectif de l'odeur	36
3.3	Analyses statistiques inférentielles :	36
3.3.1	Effet de l'exposition aux stimuli tabagiques sur le craving (Avant vs Pendant) : 37	
3.3.2	Effet de l'introduction du stimulus olfactif sur le craving (Pendant vs Après) : 37	
	<i>Interaction Temps × Condition expérimentale</i>	38
3.3.3	Évolution du craving au cours des quatre séances expérimentales :.....	38
3.3.4	Évolution des scores de dépendance tabagique (FTND) :	39
3.3.5	Analyse exploratoire : influence du ressenti subjectif de l'odeur sur la diminution du craving :	41
3.3.6	Analyses complémentaires :	41
3.3.6.1	Effet de l'expérimentateur :	41
3.3.6.2	Relation entre le cybermalaise et le sentiment de présence :	42
4.	Discussion :	42
4.1	Interprétation des principaux résultats :	43
4.2	Limites de l'étude :	45
4.3	Perspectives :	47
4.4	Conclusion générale :	48
5.	Bibliographie :	50
	Annexes :	60

Liste des figures et des tableaux :

Annexe 1 : La localisation des différentes régions cérébrales décrites par Di Chiara (2000).....	3
Annexe 2 : Illustrations des environnements virtuels utilisés dans le protocole expérimental.....	23/25
Annexe 3 : Schéma de la temporalité des mesures de craving.....	23
Annexe 4 : Questionnaire of Smoking Urges-Brief (QSU-Brief).....	25
Annexe 5 : Fagerström Test for Nicotine Dependence (FTND).....	25
Annexe 6 : Questionnaire de cybermalaise.....	26
Annexe 7 : Questionnaire de présence.....	26
Annexe 8 : Questionnaire des émotions de bases.....	27

Tableaux

Annexe 9 : Tests de normalité des variables.....	28
Annexe 10 : Caractéristiques sociodémographiques et tabagiques de l'échantillon.....	30
Annexe 11 : Respect de la consigne expérimentale.....	30
Annexe 12 : Profil émotionnel des participants.....	31
Annexe 13 : Comparaison du profil émotionnel avec l'échantillon de référence.....	31
Annexe 14 : Sentiment de présence au cours des quatre séances.....	31
Annexe 15 : Cybermalaise au cours des quatre séances.....	32
Annexe 16 : Intensité perçue de l'odeur selon la condition expérimentale.....	32

Annexe 17 : Effet de l'exposition aux stimuli tabagiques sur le craving (Avant vs Pendant).....	35
Annexe 18 : Effet de l'introduction du stimulus olfactif sur le craving (Pendant vs Après).....	35
Annexe 19 : Évolution du craving au cours des quatre séances expérimentales.....	36
Annexe 20 : Évolution des scores de dépendance tabagique (FTND).....	37
Annexe 21 : Influence du ressenti subjectif de l'odeur sur la diminution du craving.....	38
Annexe 22 : Effet de l'expérimentateur.....	38
Annexe 23 : Relation entre le sentiment de présence et le cybermalaise.....	39

Liste des abréviations :

OMS : Organisation mondiale de la santé

WHO : World Health Organization

VR : Virtual Reality

RV : Réalité virtuelle

DSM-5 : Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5^e édition

QSU-Brief : Questionnaire on Smoking Urges

FTND : Fagerström Test for Nicotine Dependence

ULiège : Université de Liège

UQO : Université du Québec en Outaouais

CE : Comité d'éthique

APA : American Psychiatric Association

EC : European Commission

1. Introduction générale (rédigée en collaboration avec Amélie Oger) :

La consommation de tabac demeure, selon l'Organisation mondiale de la Santé (WHO, 2025), l'une des principales menaces pour la santé publique dans le monde. Elle est responsable de plus de huit millions de décès chaque année, dont environ 1,3 million concernent des personnes non-fumeuses exposées au tabagisme passif. Le tabagisme est également associé à de nombreuses pathologies, notamment les maladies cardiovasculaires, respiratoires et cancéreuses (WHO, 2025). Malgré les progrès réalisés en matière de prévention et de lutte anti-tabac, le tabagisme demeure présent dans la population. En Belgique, les données récentes de Sciensano indiquent qu'en 2023-2024, 17,6 % de la population âgée de 15 ans et plus déclare fumer du tabac, dont 12,8 % de fumeurs quotidiens et 4,8 % de fumeurs occasionnels (Gisle & Demarest, 2025). Ces données soulignent la persistance du comportement tabagique, mettant en évidence la nécessité de mieux comprendre les mécanismes impliqués dans le maintien de la consommation.

Les périodes de l'adolescence et du jeune adulte représentent une étape déterminante dans la trajectoire tabagique, puisqu'elles correspondent à une phase de transition durant laquelle les habitudes de consommation tendent à se structurer et peuvent évoluer vers une dépendance plus durable. Les influences sociales, environnementales et individuelles jouent un rôle essentiel dans l'évolution du comportement tabagique et contribuent à façonner la manière dont les jeunes s'engagent dans la consommation (Sciensano, 2023 ; U.S. Department of Health and Human Services, 2012). Le tabagisme s'inscrit dans une trajectoire composée de plusieurs étapes, allant de l'initiation au maintien de la consommation, en passant par les tentatives d'arrêt et le risque de rechute. Ces différentes phases résultent de l'interaction de déterminants multiples, incluant des facteurs individuels, sociaux, environnementaux et psychologiques (U.S. Department of Health and Human Services, 2012 ; U.S. Department of Health and Human Services, 2020).

La présente étude se concentre plus spécifiquement sur la phase de tentative d'arrêt chez de jeunes fumeurs. Parmi les facteurs susceptibles de compromettre le maintien de l'abstinence, le craving occupe une place centrale. Il correspond à une envie intense de consommer et peut contribuer au risque de reprise de la consommation lors d'une tentative d'arrêt (Perski et al., 2023). Ce craving peut être influencé par divers facteurs associés à la consommation, tels que des états émotionnels ou l'exposition à des stimuli associés au tabagisme, notamment sensoriels

(Baker et al., 2004 ; Betts et al., 2020 ; Cortese et al., 2015). La compréhension de la manière dont ces stimuli peuvent déclencher ou maintenir le craving apparaît donc essentielle pour développer des stratégies plus efficaces visant à soutenir le sevrage tabagique.

Dans cette perspective, plusieurs approches innovantes non pharmacologiques font actuellement l'objet d'investigations. La réalité virtuelle représente notamment un outil prometteur pour étudier les réponses de craving dans des situations associées à la consommation (Tamburin et al., 2020). Par ailleurs, la stimulation olfactive constitue une approche complémentaire susceptible d'influencer certaines dimensions émotionnelles liées aux envies de fumer, des travaux récents suggérant un effet potentiel sur l'intensité du craving (Sayette et al., 2019).

Ainsi, ce mémoire vise à examiner l'effet combiné de la réalité virtuelle et de la stimulation olfactive sur la réduction du craving tabagique chez de jeunes fumeurs.

1.1 Consommation tabagique :

Cette section présente les principaux mécanismes impliqués dans la consommation et la dépendance tabagique. Elle abordera notamment le rôle de la nicotine dans les systèmes cérébraux impliqués dans la récompense, ainsi que les processus d'apprentissage à l'origine des associations entre la consommation et les stimuli qui lui sont associés.

Le tabagisme désigne la consommation de produits du tabac, notamment les cigarettes, les cigarillos ou encore le tabac à rouler. Dans le cadre de ce travail, l'attention sera principalement portée sur la consommation de cigarettes chez les jeunes adultes (World Health Organization [WHO], 2021).

Une cigarette constitue un produit complexe composé notamment de tabac et de nicotine, auxquels peuvent être ajoutés différents agents destinés à modifier le goût, la texture, l'humidité ou les caractéristiques de combustion. Le tabac et la fumée de cigarette contiennent plusieurs milliers de substances chimiques, dont certaines sont naturellement présentes dans la plante, tandis que d'autres sont ajoutées par les fabricants ou produites lors de la combustion. Parmi ces substances figurent notamment des composés toxiques tels que l'arsenic, le benzène ou encore le cadmium. La nicotine, naturellement présente dans la plante de tabac, constitue le

principal composé responsable de la dépendance. Des agents de saveur, de texture et de conservation peuvent également être ajoutés afin de modifier les caractéristiques du produit et d'en faciliter l'usage. Les fabricants ont par ailleurs historiquement modifié la teneur en nicotine des cigarettes, contribuant ainsi à renforcer leur potentiel addictif (Québec sans tabac, 2024).

La dépendance à la nicotine repose sur l'interaction de mécanismes pharmacologiques, neurobiologiques et comportementaux qui contribuent au développement et au maintien de la consommation (U.S. Department of Health and Human Services, 2020 ; Picciotto & Kenny, 2020). Ces différents mécanismes participent notamment à la difficulté d'arrêter de fumer et au maintien de la consommation malgré les conséquences négatives qui peuvent lui être associées. Les processus d'apprentissage ainsi que le rôle des stimuli et des contextes associés à la consommation seront développés dans une section ultérieure.

Sur le plan pharmacologique, après son absorption, la nicotine atteint rapidement le cerveau et se fixe sur les récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine. L'activation de ces récepteurs stimule notamment des circuits dopaminergiques impliqués dans les propriétés renforçantes de la nicotine, dont la voie mésolimbique reliant l'aire tegmentale ventrale au noyau accumbens. La libération de dopamine contribue aux propriétés renforçantes de la nicotine et à l'attribution d'une valeur motivationnelle à la consommation. Une exposition répétée à la nicotine entraîne progressivement différentes adaptations neurobiologiques, notamment au niveau des récepteurs nicotiniques et des circuits impliqués dans la récompense et la motivation. Ces modifications participent au développement et au maintien de la dépendance (Picciotto & Kenny, 2020).

Dans la même perspective, Di Chiara (2000) a mis en évidence le rôle central de la transmission dopaminergique dans les effets comportementaux de la nicotine liés à la dépendance. La nicotine augmente notamment la transmission dopaminergique dans le noyau accumbens, en particulier dans sa région shell, ce qui contribue à ses propriétés renforçantes (Di Chiara, 2000). Le noyau accumbens peut être subdivisé en deux sous-régions principales, le shell et le core, qui présentent des fonctions différenciées dans les processus motivationnels et addictifs (Annexe 1). Le shell est notamment impliqué dans les réponses liées aux propriétés motivationnelles et aux effets de récompense des substances, tandis que le core participe davantage aux processus d'apprentissage et aux comportements dirigés vers un objectif (Di Chiara, 2002). Cette organisation fonctionnelle est particulièrement importante dans la

dépendance, puisque les adaptations de ces régions participent progressivement à l'établissement de liens entre la consommation et les stimuli qui lui sont associés.

Les processus d'apprentissage sont également associés à des modifications de la plasticité synaptique dans les circuits impliqués dans la recherche de nicotine. Des travaux expérimentaux montrent notamment que la recherche de nicotine induite par des indices s'accompagne de modifications de la plasticité synaptique dans le noyau accumbens core, impliquant notamment des mécanismes glutamatergiques (Leyrer-Jackson et al., 2021). Ces adaptations neurobiologiques pourraient ainsi contribuer à renforcer la réponse aux stimuli associés à la consommation et au maintien des comportements de recherche de nicotine.

Au fil de la dépendance, les adaptations des circuits cérébraux impliqués dans la récompense, la motivation, l'apprentissage et le contrôle comportemental participent progressivement à la perte de contrôle et à la persistance des comportements addictifs. La consommation peut ainsi devenir de moins en moins dépendante de la recherche d'effets gratifiants immédiats et davantage influencée par des mécanismes motivationnels et des associations apprises avec les contextes et les stimuli liés à la substance (Volkow et al., 2016).

1.2 Le tabac chez les jeunes adultes :

Les jeunes adultes constituent une population particulièrement concernée par le tabagisme. Cette période de vie est marquée par de nombreux changements développementaux, cognitifs et sociaux qui peuvent favoriser l'expérimentation et la consolidation progressive des habitudes de consommation. Comprendre les spécificités de cette population apparaît dès lors essentiel, tant pour expliquer les mécanismes impliqués dans le maintien du tabagisme que pour justifier le choix des jeunes adultes comme population cible de la présente étude. Cette section mettra en évidence les facteurs développementaux, sociaux et environnementaux susceptibles de favoriser et de maintenir la consommation chez les jeunes adultes.

Les jeunes adultes, généralement définis comme les individus âgés de 18 à 25 ans, traversent une période de transition qualifiée d'« adulte émergent ». Selon Arnett (2000), cette période se caractérise notamment par l'exploration identitaire, l'instabilité des rôles et des situations de vie, ainsi que l'exploration de différentes possibilités concernant l'avenir. Elle constitue ainsi

une période distincte du développement, située entre la fin de l'adolescence et l'entrée dans l'âge adulte.

Cette période s'accompagne également de transformations neurodéveloppementales. Le développement du cortex préfrontal et de ses connexions se poursuit jusqu'à la troisième décennie de vie, avec une maturation progressive des connexions synaptiques et des systèmes de neurotransmission qui participent aux fonctions cognitives supérieures (Kolk & Rakic, 2021). Les systèmes neuromodulateurs impliqués dans le fonctionnement du cortex préfrontal, notamment les systèmes dopaminergique et endocannabinoïde, connaissent également une maturation prolongée au cours de l'adolescence et contribuent progressivement au développement des fonctions exécutives et du contrôle de l'action (Peters & Naneix, 2022).

Parallèlement, la sensibilité aux récompenses et aux expériences nouvelles demeure importante au cours de cette période. Steinberg (2014) souligne que les changements développementaux des systèmes cérébraux impliqués dans la récompense et le contrôle comportemental contribuent à une plus grande propension à la recherche de sensations et à certains comportements à risque durant l'adolescence. Ces caractéristiques développementales pourraient ainsi constituer un contexte susceptible de favoriser l'expérimentation de substances telles que la nicotine.

Les premières expérimentations du tabac peuvent progressivement évoluer vers une consommation plus régulière et contribuer à l'installation d'une dépendance. L'adolescence et le début de l'âge adulte constituent ainsi des périodes importantes dans la trajectoire tabagique, au cours desquelles différents facteurs individuels, sociaux et environnementaux peuvent contribuer à l'initiation et à la poursuite de la consommation (U.S. Department of Health and Human Services [HHS], 2012).

Cette consolidation des habitudes de consommation ne s'explique toutefois pas uniquement par les caractéristiques développementales propres à cette période. Elle est également influencée par l'environnement dans lequel évoluent les jeunes, en particulier par les facteurs sociaux et contextuels susceptibles de favoriser l'initiation et le maintien du tabagisme.

Chez les jeunes, le contexte social constitue un facteur important du comportement tabagique. Kobus (2003) souligne notamment le rôle des relations avec les pairs dans le développement du tabagisme, en s'appuyant sur différents modèles d'influence sociale, tels que l'apprentissage

social, l'identité sociale et les réseaux sociaux. Les jeunes peuvent notamment être influencés par le fait que leurs amis fument, par les normes du groupe, ainsi que par leur volonté de s'intégrer et d'appartenir à celui-ci. Cependant, l'influence des pairs ne repose pas uniquement sur une pression exercée par le groupe. Les jeunes ont également tendance à se rapprocher de personnes partageant des comportements et des habitudes similaires aux leurs, de sorte que la consommation de tabac peut aussi s'expliquer par une sélection de pairs aux comportements comparables. Ainsi, le comportement tabagique s'inscrit dans un environnement social plus large, influencé non seulement par les pairs, mais également par le milieu familial, le contexte de vie et l'exposition aux médias.

1.3 Le Craving :

Cette section présente le craving et son rôle dans les conduites addictives. Elle abordera sa définition, ses principales méthodes d'évaluation ainsi que les principaux modèles permettant d'en comprendre les mécanismes. Une attention particulière sera portée aux facteurs environnementaux, cognitifs, émotionnels et neurobiologiques impliqués dans le craving, en lien avec le tabagisme et la question de recherche.

Le craving est aujourd'hui considéré comme un concept central dans l'étude des addictions. Il peut être décrit comme un désir intense, parfois difficilement contrôlable, de consommer une substance psychoactive ou de réaliser un comportement addictif (Sayette et al., 2000). Son importance clinique est notamment reconnue par le DSM-5, qui l'intègre comme un critère diagnostique du trouble lié à l'usage de substances (American Psychiatric Association, 2013).

Cependant, malgré son rôle central dans les conduites addictives, le craving ne bénéficie pas d'une définition universellement admise. Comme le soulignent Allache et al. (2026), il s'agit d'un phénomène transdiagnostique observé aussi bien dans les troubles liés à l'usage de substances que dans les addictions comportementales. Il dépasse la simple envie de consommer et implique l'interaction de processus motivationnels, cognitifs, émotionnels et neurobiologiques.

Cette complexité se reflète dans les différentes conceptualisations et méthodes d'évaluation du craving. Miele et al. (2023) montrent qu'il peut englober plusieurs dimensions, telles que l'intensité du désir de consommer, les pensées associées à la consommation, les réactions

émotionnelles ou encore les manifestations physiologiques. Cette diversité explique la coexistence de plusieurs modèles théoriques et instruments de mesure, chacun mettant en lumière une facette particulière du phénomène.

En ce qui concerne les instruments de mesure, plusieurs outils ont été développés pour évaluer l'intensité et les différentes dimensions du craving. Toutefois, ces outils ne mesurent pas tous le craving de la même manière. Toulami et al. (2025) soulignent que les autoquestionnaires demeurent les instruments les plus utilisés dans les essais cliniques portant sur les addictions, malgré les limites inhérentes au caractère subjectif des réponses et aux variations contextuelles susceptibles d'influencer l'autoévaluation. D'autres méthodes peuvent également être utilisées, notamment des mesures comportementales et physiologiques, qui permettent d'apporter des informations complémentaires.

En ce qui concerne les différents modèles théoriques, ils montrent que les envies de fumer résultent de l'interaction entre des facteurs environnementaux, cognitifs, émotionnels et neurobiologiques. Ces différents modèles seront détaillés dans la partie suivante.

Les approches environnementales :

Parmi les modèles explicatifs, les approches environnementales occupent une place importante. Les modèles de cue-reactivity s'inscrivent dans la continuité des théories du conditionnement, selon lesquelles les consommations répétées peuvent conduire à l'établissement d'associations entre la substance et les stimuli qui lui sont régulièrement associés. Ces stimuli peuvent alors acquérir des propriétés conditionnées et susciter des réponses liées à la consommation lorsqu'ils sont rencontrés ultérieurement (Drummond, 2001). Cette approche considère ainsi que l'exposition à des indices associés à la substance peut contribuer à l'activation du craving et d'autres réponses liées à la consommation.

Les recherches plus récentes confirment l'importance de ces mécanismes. Dans leur méta-analyse, Vafaie et Kober (2022) montrent que différents indicateurs liés aux indices associés aux substances et au craving sont significativement associés à la consommation ultérieure et à la rechute. Les auteurs montrent que les personnes présentant une forte réactivité aux indices ou un niveau élevé de craving sont davantage susceptibles de consommer à nouveau ou de

rechuter par la suite. Ces résultats soulignent l'importance des indices associés à la consommation dans les processus impliqués dans les conduites addictives.

Les indices susceptibles d'induire une réactivité peuvent notamment être distingués selon leur proximité avec l'acte de consommation. Les indices proximaux correspondent aux objets directement associés à la consommation, tels qu'une cigarette ou un briquet, tandis que les indices distaux renvoient notamment aux environnements dans lesquels la consommation se produit habituellement, comme un bar ou un autre lieu associé au tabagisme. Conklin et al. (2008) montrent que ces deux catégories d'indices peuvent susciter une réactivité chez les fumeurs, les environnements associés au tabagisme pouvant notamment provoquer une réactivité subjective même en l'absence d'indices proximaux.

Cette approche soutient l'utilisation de la réalité virtuelle, qui permet de reproduire de manière immersive des environnements associés à la consommation et d'y intégrer différents indices contextuels, sociaux et proximaux. Elle offre ainsi la possibilité d'étudier la réactivité aux indices dans des situations plus proches des contextes réels de consommation. Cet aspect sera abordé plus en détail dans la suite de ce mémoire.

Les approches cognitives et émotionnelles :

Les approches environnementales mettent en évidence le rôle des stimuli externes dans le déclenchement du craving, mais elles ne suffisent pas à expliquer la complexité de ce phénomène. Les approches cognitives et émotionnelles complètent cette perspective en s'intéressant aux processus mentaux et affectifs susceptibles d'influencer l'apparition et le maintien du craving, offrant ainsi une compréhension plus intégrative du phénomène.

Selon le modèle cognitivo-comportemental de Marlatt et Gordon (1985), les attentes et les croyances de l'individu concernant les effets de la substance peuvent influencer son comportement de consommation. Les attentes selon lesquelles la consommation permettrait d'obtenir des effets positifs ou de réduire un état désagréable peuvent ainsi renforcer l'envie de consommer et favoriser le maintien du comportement addictif.

Dans cette perspective, Rahmani et al. (2024) mettent en évidence l'importance des biais attentionnels dans le trouble de l'usage du tabac. À travers une revue systématique des études utilisant l'oculométrie (eye-tracking), les auteurs montrent que les personnes qui fument

présentent généralement une attention accrue envers les stimuli associés au tabac, tels que les cigarettes ou les images liées à la consommation. Cette attention accrue se manifeste notamment par des temps de fixation et des nombres de fixations plus importants envers les stimuli liés au tabac. Toutefois, les auteurs soulignent que les résultats concernant les processus attentionnels précoces, susceptibles de refléter des mécanismes plus automatiques, demeurent moins homogènes.

Les émotions jouent également un rôle dans les processus impliqués dans le craving. Selon le modèle proposé par Baker et al. (2004), la consommation de substances peut progressivement devenir une stratégie d'évitement ou de soulagement des affects négatifs. Au fil des consommations répétées, l'individu apprend progressivement que la substance permet de soulager ces états désagréables. Les auteurs suggèrent que des signes internes liés aux émotions négatives peuvent être perçus sans que la personne en ait pleinement conscience et déclencher l'envie de consommer lorsque ces émotions augmentent.

Les travaux de López-Guerrero et al. (2023) apportent un éclairage complémentaire en examinant la relation entre impulsivité émotionnelle, craving et sévérité des symptômes dans les addictions comportementales. Leur revue montre que le craving est fortement lié aux émotions et que les difficultés à gérer ses émotions peuvent augmenter son intensité et favoriser des comportements addictifs plus importants. Les auteurs soulignent toutefois que les données disponibles concernent principalement les addictions comportementales, notamment les conduites de jeu, et que les résultats ne peuvent donc pas être directement généralisés au tabagisme.

Dans la présente étude, ces approches émotionnelles présentent un intérêt particulier. Certaines odeurs peuvent en effet influencer l'expérience affective et émotionnelle d'un individu. Elles pourraient ainsi potentiellement moduler le craving en agissant sur les réactions affectives associées aux situations de consommation. Cette question sera développée dans une partie dédiée à la stimulation olfactive.

Les approches neurobiologiques :

Enfin, les modèles neurobiologiques apportent une compréhension complémentaire des mécanismes impliqués dans le craving. Le modèle de la sensibilisation incitative proposé par

Robinson et Berridge (1993) postule que la consommation répétée de substances peut entraîner des adaptations durables des systèmes dopaminergiques impliqués dans la motivation. Chez certains individus, ces adaptations peuvent rendre ces systèmes hypersensibles aux stimuli associés à la substance, conduisant à une attribution excessive de salience incitative à ces stimuli. Ceux-ci peuvent alors acquérir une forte valeur motivationnelle et susciter un wanting intense, y compris après une période prolongée d'abstinence. La théorie distingue ainsi le plaisir associé à la consommation (liking) de la motivation à rechercher la substance (wanting), en postulant que la sensibilisation peut amplifier le wanting sans nécessairement augmenter le liking (Robinson & Berridge, 1993).

Trente ans après la formulation initiale de la théorie, Robinson et Berridge (2024) proposent une actualisation fondée sur les avancées réalisées en neurosciences et en psychologie de l'addiction. Cette synthèse confirme la pertinence du modèle tout en apportant des précisions sur les mécanismes impliqués dans le craving. Les auteurs soulignent notamment l'existence de différences individuelles dans la vulnérabilité aux processus de sensibilisation et discutent du rôle de l'attention, des tendances d'approche et de différents processus motivationnels dans l'expression de l'addiction. Ils examinent également l'application possible de la théorie aux addictions comportementales, suggérant que certains comportements peuvent eux aussi être associés à des processus de sensibilisation incitative. Cette actualisation renforce ainsi l'idée que l'addiction ne peut être réduite à la seule recherche de plaisir, mais implique également des modifications durables des processus motivationnels pouvant contribuer au maintien d'un wanting intense malgré une diminution des effets gratifiants (Robinson & Berridge, 2024).

En conclusion, les différents modèles théoriques montrent que le craving ne peut être expliqué par un mécanisme unique, mais résulte de l'interaction de plusieurs dimensions complémentaires. Les facteurs environnementaux, cognitifs, émotionnels et neurobiologiques participent conjointement aux processus impliqués dans l'apparition et le maintien des envies de consommation. Ces modèles constituent ainsi le fondement théorique de la présente étude. La réalité virtuelle permet de reproduire de manière immersive des situations et des indices associés à la consommation et d'explorer la dimension environnementale ainsi que les mécanismes de cue-reactivity, tandis que la stimulation olfactive offre une voie pour explorer le rôle des dimensions sensorielles et émotionnelles dans l'expérience du craving.

1.4 La réalité virtuelle :

La réalité virtuelle occupe aujourd'hui une place croissante dans le domaine de la santé et de la psychologie, notamment pour la recherche et la prise en charge thérapeutique. Sa capacité à reproduire des situations réalistes dans un environnement contrôlé en fait un outil particulièrement intéressant pour étudier les comportements et les réactions aux stimuli. Dans le cadre de cette étude, elle constitue le support principal de l'exposition aux indices liés au tabagisme. Cette section présente ses principales caractéristiques, ses applications en psychologie, ainsi que ses avantages et limites et son intérêt dans l'étude du craving tabagique.

1.4.1 Définition et objectif(s) :

La réalité virtuelle (VR) peut être définie comme une technologie informatique permettant à un individu d'explorer et d'interagir avec un environnement tridimensionnel créé par ordinateur, généralement à l'aide d'un casque de réalité virtuelle (Freeman et al., 2017). Contrairement aux supports numériques classiques, comme une image ou une vidéo présentée sur un écran, la réalité virtuelle place l'utilisateur au centre de la situation simulée. L'utilisateur ne se contente donc pas d'observer un environnement virtuel : il peut s'y déplacer, l'explorer et interagir avec certains éléments qui le composent.

Les environnements virtuels immersifs reposent sur plusieurs caractéristiques qui expliquent leur intérêt par rapport aux autres outils numériques. Radianti et al. (2019) soulignent notamment l'importance de la dimension tridimensionnelle de l'environnement, de la possibilité pour l'utilisateur d'interagir avec celui-ci et de la capacité à adapter précisément les situations virtuelles aux objectifs recherchés. La réalité virtuelle permet ainsi de créer des environnements qui peuvent être contrôlés et reproduits de manière identique entre les participants. Cette standardisation constitue un avantage important pour la recherche expérimentale, car elle permet d'exposer les individus à des situations comparables tout en manipulant certains paramètres de manière précise.

Cependant, l'intérêt de la réalité virtuelle ne repose pas uniquement sur ses caractéristiques techniques. Les travaux de Slater et al. (2016) soulignent que l'expérience vécue par l'utilisateur dépend également de la manière dont il perçoit et s'engage dans l'environnement virtuel. Les caractéristiques immersives du dispositif peuvent favoriser un sentiment de

présence, c'est-à-dire l'impression d'être réellement situé dans l'environnement simulé malgré la conscience qu'il s'agit d'une simulation. Les concepts d'immersion et de présence seront développés dans une section spécifique.

Dans le cadre de cette étude, la réalité virtuelle est utilisée afin de reproduire des situations associées à la consommation de tabac susceptibles de déclencher un craving. Les différents environnements virtuels proposés ont été conçus pour présenter des indices fréquemment liés au tabagisme, tels que des objets, des contextes sociaux ou des situations habituellement associées à l'envie de fumer. Cette approche permet d'étudier la réactivité aux stimuli liés au tabac et d'évaluer l'effet potentiel d'une stimulation olfactive, en comparant une odeur de lavande à une odeur contrôle d'iode.

1.4.2 Champs d'application :

Historiquement, les premiers champs d'application de la réalité virtuelle concernent la recherche scientifique, la simulation et la formation professionnelle. Dès les années 1960 et 1970, elle est utilisée dans des domaines tels que l'aéronautique, l'ingénierie et l'armée afin de reproduire des environnements complexes ou dangereux et d'entraîner les opérateurs sans risque réel. Grâce à sa capacité à simuler des situations réalistes tout en offrant un contrôle précis des paramètres, elle s'est progressivement imposée comme un outil d'apprentissage et de simulation. Avec les progrès technologiques et la démocratisation des casques immersifs à partir des années 2010, ses applications se sont étendues à de nombreux domaines, notamment la santé, la psychologie, la neuropsychologie, l'éducation, le sport, la culture et le divertissement.

Dans le domaine de la santé, la réalité virtuelle est devenue un outil utilisé pour différentes applications cliniques et thérapeutiques. En psychologie, son utilisation est particulièrement développée dans les thérapies d'exposition, où elle permet de confronter progressivement les individus à des situations anxiogènes dans un environnement sécurisé, contrôlable et reproductible. Freeman et al. (2017) soulignent que cette approche permet notamment de travailler des situations parfois difficiles à reproduire en contexte réel, tout en maintenant une maîtrise précise des conditions d'exposition. La réalité virtuelle est notamment utilisée dans la prise en charge des troubles anxieux, des phobies spécifiques, de l'anxiété sociale et du trouble de stress post-traumatique. Une méta-analyse de Carl et al. (2019) indique que les thérapies

d'exposition en réalité virtuelle présentent une efficacité importante dans le traitement des troubles anxieux et apparentés.

La réalité virtuelle est également utilisée dans le domaine médical, notamment pour la gestion de la douleur. Les recherches montrent que l'immersion dans un environnement virtuel peut influencer l'expérience subjective de la douleur, notamment en mobilisant des mécanismes attentionnels et émotionnels (Mallari et al., 2019). Cette approche est étudiée dans différents contextes médicaux, notamment lors de procédures douloureuses, en pédiatrie, en oncologie ou encore en rééducation fonctionnelle.

Au-delà des applications cliniques, la réalité virtuelle constitue également un outil important pour la recherche expérimentale. Elle permet d'étudier les comportements humains dans des environnements combinant réalisme et contrôle expérimental, tout en offrant la possibilité de manipuler précisément différents paramètres de la situation (Parsons, 2015).

Enfin, la réalité virtuelle trouve également des applications dans le domaine des addictions, notamment pour reproduire des situations et des indices associés à la consommation dans un environnement expérimental contrôlé. Dans le domaine du tabagisme, des travaux ont notamment utilisé la réalité virtuelle pour étudier la réactivité aux indices associés à la cigarette et les variations du craving (Pericot-Valverde et al., 2016 ; Tamburin et al., 2020). Ces applications seront développées plus spécifiquement dans la partie consacrée à la réalité virtuelle dans le domaine du tabagisme.

1.4.3 L'immersion et la présence :

Les travaux de Slater (2003) ont contribué à établir une distinction fondamentale dans la compréhension des expériences en réalité virtuelle en différenciant l'immersion et la présence. L'immersion correspond aux caractéristiques objectives et technologiques du système, telles que la richesse des informations sensorielles proposées, le suivi des mouvements ou encore la capacité du dispositif à remplacer les informations provenant de l'environnement réel. Elle représente ainsi le potentiel technique du système à créer une expérience réaliste. À l'inverse, la présence désigne l'expérience subjective de l'utilisateur, c'est-à-dire le sentiment d'être réellement situé dans l'environnement virtuel malgré la connaissance que celui-ci constitue une simulation.

Cette distinction souligne que la qualité technique d'un dispositif ne suffit pas à garantir une expérience de présence élevée. Un environnement virtuel peut être fortement immersif sur le plan technologique sans nécessairement être vécu comme réaliste ou significatif par l'utilisateur. La présence dépend également de la manière dont l'individu perçoit, interprète et s'engage dans la situation virtuelle.

Les travaux plus récents de Slater et al. (2022) proposent une actualisation de ce modèle en approfondissant les mécanismes impliqués dans l'apparition de la présence. Les auteurs distinguent notamment deux dimensions complémentaires : la « Place Illusion », qui correspond au sentiment d'être situé dans l'environnement virtuel, et la « Plausibility », qui renvoie au fait que les événements et interactions vécus dans cet environnement apparaissent comme crédibles et cohérents. Cette évolution théorique souligne que la présence ne dépend pas uniquement du niveau d'immersion offert par le dispositif, mais également de la capacité de l'environnement virtuel à produire une expérience suffisamment cohérente et signifiante pour l'utilisateur.

Grassini et al. (2021) soulignent également l'influence des différences interindividuelles dans l'expérience de réalité virtuelle. En effet, le niveau d'attention porté à l'environnement virtuel, l'implication dans la tâche, les attentes vis-à-vis de la technologie ou encore la capacité à se laisser absorber par l'expérience peuvent influencer le degré de présence ressenti par l'utilisateur. Ainsi, deux individus exposés à un même environnement virtuel peuvent vivre des expériences différentes en fonction de leur engagement cognitif et émotionnel dans la situation simulée.

Ainsi, l'efficacité de la réalité virtuelle ne dépend pas seulement de ses caractéristiques techniques, mais aussi de la manière dont l'utilisateur s'implique dans l'environnement virtuel. Dans cette étude, le sentiment de présence doit donc être pris en compte, car il pourrait influencer la perception des stimuli et l'intensité du craving tabagique.

1.4.4 Les avantages et les inconvénients :

La réalité virtuelle (VR) est de plus en plus utilisée en santé, notamment en psychologie, car elle permet de recréer des environnements immersifs, contrôlés et standardisés. En santé mentale, elle offre la possibilité d'exposer les individus à des situations difficiles à reproduire dans la vie réelle, tout en garantissant un cadre sécurisé. Elle constitue ainsi un outil intéressant

pour étudier les émotions, les comportements et les mécanismes cognitifs impliqués dans les addictions. Plusieurs travaux montrent notamment que la VR favorise l'engagement émotionnel et attentionnel et permet de recréer des situations proches de celles rencontrées dans la vie réelle, tout en conservant un contrôle précis des stimuli présentés (Freeman et al., 2017).

Dans le domaine du craving tabagique, la VR présente des avantages particuliers. Elle permet notamment de recréer des environnements associés à la consommation de cigarettes. Elle permet ainsi d'étudier la manière dont ces contextes influencent l'envie de fumer. Tamburin et al. (2020) ont notamment montré que l'exposition de fumeurs à un environnement virtuel contenant des indices associés au tabagisme entraînait une augmentation du craving par rapport à un environnement neutre. L'intégration d'autres modalités sensorielles, comme l'olfaction, constitue également une piste intéressante pour enrichir ces environnements et étudier plus précisément l'influence des différents indices sensoriels sur le craving.

Cependant, la VR présente également certaines limites. Le cybermalaise constitue notamment une limite importante, avec des symptômes pouvant inclure des nausées, des vertiges ou un inconfort visuel. Il peut ainsi limiter la durée des immersions ou affecter l'expérience des participants. L'utilisation de la VR peut également être limitée par son coût et la disponibilité du matériel (Dudley et al. 2023). Par ailleurs, les utilisateurs ne présentent pas tous le même niveau d'immersion. Le sentiment de présence peut notamment varier selon les individus et constitue un facteur important dans l'expérience vécue en réalité virtuelle (Grassini et al. 2021). Enfin, la réactivité aux stimuli virtuels peut également varier d'un individu à l'autre.

Ainsi, la VR apparaît comme un outil prometteur pour l'étude et la gestion du craving tabagique, combinant immersion, contrôle expérimental et stimulation multisensorielle. Ses avantages en termes de standardisation et de validité écologique en font un dispositif particulièrement adapté à la recherche en psychologie, mais ses limites techniques et individuelles doivent être prises en compte pour garantir une utilisation optimale.

1.4.5 La réalité virtuelle dans le domaine du tabagisme :

Après avoir présenté les notions de présence et d'immersion, cette section s'intéresse à l'utilisation de la réalité virtuelle dans le domaine spécifique du tabagisme, et plus

particulièrement à la manière dont elle a été utilisée par certains auteurs pour induire et ainsi étudier le craving tabagique.

Bordnick et al. (2005) ont montré que la réalité virtuelle constitue un outil pertinent pour étudier les mécanismes de cue-reactivity dans le tabagisme. Leur étude visait à examiner si des environnements virtuels immersifs, reproduisant des situations de consommation réalistes, étaient capables d'induire du craving tabagique chez des fumeurs dépendants. Pour cela, les participants étaient exposés à différents environnements virtuels comprenant soit des indices neutres, soit des indices associés au tabac. Ces environnements étaient conçus pour intégrer simultanément des stimuli visuels, contextuels et sociaux, permettant de recréer des situations proches de la vie réelle tout en maintenant un contrôle expérimental élevé. Les résultats ont montré que l'exposition aux environnements contenant des indices tabagiques entraînait une augmentation significative du craving par rapport aux environnements neutres. Cette hausse du désir de fumer s'accompagnait également de réponses physiologiques, notamment une augmentation de la conductance cutanée. La conductance cutanée correspond à la variation de la capacité de la peau à conduire un courant électrique. Elle augmente lorsque les glandes sudoripares s'activent sous l'effet de l'activation émotionnelle ou physiologique. Comme cette réaction est contrôlée par le système nerveux autonome, elle permet de mesurer de manière précise l'activation émotionnelle et motivationnelle face aux stimuli liés au tabac.

L'étude de Pericot-Valverde et al. (2016) apporte une contribution plus récente en montrant que les réactions induites par la réalité virtuelle ne dépendent pas uniquement de la présence d'objets associés au tabac, mais également de la reproduction de contextes sociaux et environnementaux familiers. Ces résultats renforcent ainsi la pertinence de la réalité virtuelle pour l'étude du craving tabagique.

1.5 Les odeurs :

Les stimuli olfactifs constituent une modalité sensorielle particulièrement intéressante dans l'étude du craving, en raison de leurs liens étroits avec les émotions et la mémoire. Cette section présente le rôle des odeurs dans ces processus, leurs effets potentiels sur le craving tabagique, ainsi que l'intérêt de leur combinaison avec la réalité virtuelle.

Dans le domaine du tabagisme, les études se sont surtout centrées sur les indices visuels, contextuels ou sociaux, tandis que l'influence des stimuli olfactifs reste peu étudiée malgré les liens étroits entre l'olfaction, les émotions et la mémoire.

Herz (2016) montre que l'olfaction occupe une place particulière dans le traitement émotionnel et mnésique. L'olfaction possède une organisation neurobiologique unique : les informations olfactives sont transmises directement à des structures limbiques comme l'amygdale et l'hippocampe, contrairement aux autres modalités sensorielles qui passent par le thalamus. Cette particularité explique pourquoi les odeurs déclenchent des réactions émotionnelles rapides, intenses et souvent autobiographiques. Herz démontre que les odeurs agréables peuvent activer des réseaux émotionnels positifs, réduire les affects négatifs et évoquer des souvenirs personnels précis, ce qui leur confère un pouvoir régulateur important sur les états émotionnels.

Parmi les odeurs étudiées dans la littérature, Koulivand et al. (2013) ont réalisé une revue narrative de la littérature portant sur les effets psychologiques et physiologiques de la lavande. Les auteurs concluent que cette odeur présente des propriétés anxiolytiques, relaxantes et stabilisatrices de l'humeur. Leur revue rapporte également qu'une inhalation de lavande est associée à une diminution de l'anxiété, une réduction des affects négatifs, une amélioration de la qualité du sommeil et une baisse de l'activation physiologique. Ces effets sont attribués à l'action de certains composants de la lavande, comme le linalool, qui influencent les systèmes neurobiologiques impliqués dans la régulation émotionnelle. Plus récemment, une méta-analyse de 22 essais randomisés contrôlés a confirmé des effets favorables de l'aromathérapie à la lavande sur l'anxiété et certains indicateurs physiologiques associés au stress, tels que la fréquence cardiaque et le cortisol salivaire (Kang et al., 2019).

1.5.1 Influence des odeurs sur le craving tabagique :

Les odeurs peuvent également jouer un rôle dans la modulation du craving tabagique. Alors que les indices visuels et contextuels ont été largement étudiés, l'influence des stimuli olfactifs reste moins documentée.

Dans une étude pilote, Sayette et Parrott (1999) ont montré que l'exposition à des stimuli olfactifs pouvait réduire un craving tabagique préalablement induit chez des fumeurs privés de nicotine. Cette diminution était observée aussi bien avec des odeurs agréables que désagréables,

suggérant que les odeurs peuvent influencer le craving indépendamment de leur caractère agréable ou désagréable.

Ces résultats ont ensuite été approfondis par Sayette et al. (2019), qui ont examiné l'effet d'indices olfactifs sur la régulation du craving induit par l'exposition à une cigarette. Après une induction standardisée du craving, au cours de laquelle les participants étaient exposés à une cigarette réelle qu'ils pouvaient regarder, tenir ou sentir sans la fumer. Ils étaient ensuite invités à sentir soit une odeur agréable qu'ils avaient préalablement choisie, soit une odeur neutre, soit une odeur liée au tabac.

Les résultats montrent que l'exposition à une odeur agréable entraîne une diminution significative et rapide du craving tabagique. L'odeur neutre n'entraîne aucune réduction notable du craving, qui reste stable ou faiblement diminué, tandis que l'odeur de tabac maintient un niveau d'envie de fumer plus élevé, cohérent avec son statut d'indice associé à la consommation. L'effet bénéfique de l'odeur agréable persiste plusieurs minutes après l'exposition et semble particulièrement marqué chez les individus présentant une mémoire autobiographique plus spécifique.

1.6 Combinaison de la stimulation olfactive et de la réalité virtuelle :

Comme présenté précédemment, la réalité virtuelle permet d'exposer les participants à des indices associés au tabagisme dans un environnement contrôlé (Bordnick et al., 2005), tandis que l'olfaction peut moduler les réponses émotionnelles et le craving (Sayette et al., 2019). La combinaison de ces deux modalités apparaît ainsi comme une piste intéressante pour étudier le craving tabagique.

Toutefois, à notre connaissance, aucune étude n'a jusqu'à présent intégré une stimulation olfactive directement au sein d'un environnement virtuel dans le contexte du tabagisme. La présente étude vise donc à explorer les effets d'une telle combinaison sur le craving tabagique.

1.7 Conclusion :

En conclusion, les jeunes adultes constituent une population particulièrement concernée par le tabagisme et le craving, notamment en raison de l'influence des facteurs sociaux et environnementaux sur les conduites de consommation (Kobus, 2003 ; U.S. Department of Health and Human Services [HHS], 2012). Dans ce contexte, la réalité virtuelle constitue un outil pertinent pour étudier la réactivité aux indices associés au tabagisme, puisqu'elle permet de recréer des environnements proches des situations réelles de consommation tout en conservant un contrôle expérimental des stimuli présentés (Conklin et al., 2008 ; Segawa et al., 2020).

L'olfaction présente également un intérêt particulier dans l'étude du craving. Les stimuli olfactifs peuvent être associés à la consommation et participer à la réactivité au craving, tandis que certaines odeurs agréables peuvent, dans certaines conditions, contribuer à sa réduction (Sayette & Parrott, 1999 ; Sayette et al., 2019). Par ailleurs, les travaux portant sur la lavande suggèrent des effets favorables sur certains états émotionnels, notamment l'anxiété (Kang et al., 2019). Ainsi, une odeur agréable telle que la lavande pourrait potentiellement influencer le craving en modulant les dimensions émotionnelles associées à la situation de consommation.

Cependant, malgré l'intérêt croissant de la réalité virtuelle dans l'étude des addictions et les résultats suggérant un potentiel des stimuli olfactifs dans la modulation du craving, les recherches portant spécifiquement sur l'association d'une exposition virtuelle à des contextes tabagiques et d'une stimulation olfactive chez de jeunes fumeurs restent limitées. Il apparaît dès lors pertinent d'approfondir cette question afin de déterminer si l'intégration d'une odeur de lavande dans un environnement virtuel associé au tabagisme peut contribuer à atténuer l'envie de fumer chez les jeunes adultes.

1.8 Question de recherche :

Ce mémoire s'intéresse à la place de la stimulation olfactive dans la modulation du craving tabagique lors d'immersions en réalité virtuelle chez de jeunes adultes fumeurs réguliers. Il vise plus précisément à déterminer si l'ajout d'une odeur agréable, en l'occurrence la lavande, au sein d'environnements virtuels associés au tabac permet de réduire l'intensité du craving et d'influencer certains indicateurs liés à la dépendance tabagique. Cette recherche s'inscrit dans

une démarche de prévention secondaire et dans le développement d'approches immersives et multisensorielles en psychologie de la santé.

La question de recherche peut dès lors se formuler ainsi : « L'ajout d'une stimulation olfactive lors d'immersions en réalité virtuelle dans des contextes associés au tabac permet-elle de réduire le craving tabagique chez les jeunes adultes fumeurs réguliers ? »

1.9 Hypothèses :

À partir des données de la littérature sur l'influence des stimuli environnementaux sur le craving tabagique et sur les effets possibles des odeurs, notamment les propriétés relaxantes de la lavande, sur les émotions et les comportements, plusieurs hypothèses ont été formulées.

1.9.1 Hypothèse 1 (préliminaire)

L'exposition aux indices tabagiques dans l'environnement virtuel entraînera une augmentation du niveau de craving entre la mesure réalisée avant l'exposition et celle réalisée pendant l'exposition. Pericot-Valverde et al. (2016).

1.9.2 Hypothèse 2 (principale)

Une diminution du craving est attendue entre la mesure réalisée pendant l'exposition aux indices tabagiques et la mesure réalisée après l'introduction de l'odeur, cette diminution devant être plus importante chez les participants exposés à la lavande que chez ceux exposés à l'iode. Cette hypothèse s'appuie sur les travaux suggérant que les stimuli olfactifs peuvent moduler le craving et sur les propriétés relaxantes attribuées à la lavande (Koulivand et al., 2013 ; Sayette et al., 2019).

1.9.3 Hypothèse 3 (secondaire)

L'effet de l'introduction répétée de l'odeur au cours des quatre séances se traduira par une diminution progressive du niveau global de craving au fil du protocole.

1.9.4 Hypothèse 4 (exploratoire)

Compte tenu du rôle potentiel de la perception subjective des odeurs dans leurs effets sur le craving, une hypothèse exploratoire a été formulée (Sayette et al., 2019). Les participants percevant l'odeur de manière positive devraient présenter une diminution plus importante du craving que ceux qui la perçoivent comme neutre ou négative, indépendamment de la condition expérimentale.

2. Méthodologie (rédigée en collaboration avec Amélie Oger) :

2.1 Considérations éthiques :

L'ensemble du protocole de cette recherche a reçu l'approbation du comité d'éthique de l'université de Liège.

2.2 Les critères d'inclusion et les critères d'exclusion :

Les critères d'inclusion pour cette étude étaient l'âge, être âgé de 18 à 25 ans, ainsi que le fait d'être un fumeur régulier consommant au moins cinq cigarettes par jour depuis au moins six mois. Les critères d'exclusion concernaient l'absence de maladie grave telle qu'une pathologie cardiaque, neurologique ou respiratoire, l'absence de troubles de l'équilibre, d'antécédents de crise d'épilepsie, de trouble psychiatrique sévère non stabilisé, de consommation actuelle de substances illicites, de grossesse ainsi que l'absence d'allergie ou d'hypersensibilité aux odeurs de lavande ou d'iode.

2.3 Procédure de recrutement :

Les participants ont été recrutés à l'aide d'un flyer affiché dans différents points tels que l'université, certaines pharmacies et auprès de tabacologues. Ce flyer comprend un QR code permettant d'accéder au questionnaire d'inscription en ligne. Des publications ont également été réalisées sur les réseaux sociaux, notamment Facebook et Instagram, et le recrutement s'est poursuivi par « bouche-à-oreille ». Ensuite, les participants ont dû remplir le questionnaire mis en ligne via le QR code. Si les participants entraient dans les critères, ils ont été recontactés par courrier électronique ou par téléphone. Dans ce message, nous leur avons transmis les informations relatives à l'étude et fixé les différentes dates de testing. Une attribution aléatoire dans les deux groupes a ensuite été réalisée, les participants ne sachant pas dans quel groupe ils avaient été assignés. Lors de la première séance, le consentement éclairé a été présenté et signé. Le formulaire d'information destiné aux volontaires ainsi que le formulaire « Information et consentement éclairé pour des recherches menées via Internet » leur ont également été remis. Aucune compensation financière n'était prévue pour la participation à cette étude.

2.4 Déroulement de l'étude :

L'étude s'est déroulée en quatre séances réparties sur quatre semaines, selon un protocole randomisé contrôlé comprenant deux groupes parallèles. Après avoir obtenu les consentements éclairés des participants, les rendez-vous ont été planifiés individuellement. Chaque participant était accueilli dans une salle calme et aérée, préparée de manière strictement standardisée avant chaque séance afin d'éviter toute contamination olfactive entre les conditions expérimentales. La randomisation par blocs croisés assurait une répartition équilibrée entre le groupe expérimental, exposé à une odeur de lavande, et le groupe contrôle, exposé à une odeur neutre d'iode.

Lors de la première séance, les participants étaient informés du déroulement général de l'étude et des différentes étapes prévues au cours des semaines suivantes. Ils étaient invités à rester concentrés tout au long de la séance, tout en étant rassurés quant à la possibilité d'interrompre l'expérience à tout moment en cas d'inconfort. Avant toute immersion, les trois environnements virtuels proposés : un café, un parc et un cinéma étaient présentés oralement, et les participants devaient les classer selon leur préférence personnelle, sans qu'il n'existe de bonne ou de

mauvaise réponse. Cette hiérarchisation déterminait l'ordre des immersions pour les séances ultérieures.

Avant d'entrer dans l'environnement virtuel, les consignes préalables étaient vérifiées, notamment l'abstinence tabagique d'une heure demandée avant la séance. Les participants indiquaient depuis combien de temps ils n'avaient pas fumé, cette information étant essentielle pour l'analyse méthodologique. Ils complétaient ensuite les questionnaires de pré-test, incluant le QSU-Brief pour le craving tabagique et le FTND pour la dépendance nicotinique. Les consignes insistaient sur l'importance de répondre spontanément, sans trop réfléchir, et de compléter l'ensemble des items.

Les instructions générales relatives à l'immersion étaient ensuite présentées. Les participants étaient informés qu'ils ne pourraient pas se déplacer dans l'environnement virtuel mais qu'ils pourraient tourner la tête et explorer la scène librement. Il leur était expliqué qu'une tâche d'observation leur serait proposée au début de l'immersion, tout en rappelant qu'ils pouvaient interrompre l'expérience en cas de malaise.

La première phase d'exposition correspondait à une immersion sans stimulation olfactive, d'une durée d'environ quatre à cinq minutes. Le participant apparaissait dans l'environnement virtuel qu'il avait classé en premier lors de la hiérarchisation. Après un temps d'observation initial, une première tâche visant à faciliter l'immersion a été proposée aux participants. Celle-ci consistait à repérer un objet, entouré en jaune, qui était adapté au contexte de la scène.

Après environ une minute, des indices visuels liés au tabac étaient introduits, tels qu'un paquet de cigarettes, un cendrier ou un briquet. Entre la troisième et la quatrième minute trente, un avatar fumeur devenait central, allumait une cigarette et proposait une cigarette au participant, qui devait répondre « Non » à l'aide d'un bouton prévu à cet effet. Cette interaction standardisée permettait d'induire un craving tabagique contrôlé. L'avatar s'éloignait ensuite, conservait la cigarette à la main et l'allumait, maintenant ainsi l'exposition aux indices tabacogènes. À la sixième minute, un bouton « Partir » apparaissait, invitant le participant à sortir de la scène.

À la fin de cette première phase, les participants complétaient à nouveau le QSU-Brief, ainsi que les questionnaires mesurant le sentiment de présence, les émotions de base et les cybermalaises.

La seconde phase correspondait à une immersion similaire, mais cette fois accompagnée d'une stimulation olfactive. Selon la condition expérimentale, une odeur de lavande ou une odeur neutre d'iode était diffusée. Comme dans la première phase, l'avatar fumeur proposait une cigarette au participant, qui devait refuser à l'aide du bouton « Non ». Immédiatement après cette interaction, l'odeur était diffusée, suivie d'un échange entre deux avatars situés au loin, commentant la présence d'une odeur par la phrase : « Tiens, tu sens cette odeur ? ». Cette mise en scène visait à renforcer la cohérence multisensorielle de l'environnement virtuel. Les participants étaient invités à rester attentifs à leurs sensations tout en poursuivant l'exploration de la scène. À l'issue de cette phase, ils répondaient à deux questions concernant la perception de l'odeur : son intensité sur une échelle de 1 à 10, puis son caractère relaxant, neutre ou négatif avant de compléter une nouvelle fois le QSU-Brief.

La séance se terminait par un bref échange visant à s'assurer du bien-être du participant. Celui-ci était remercié pour sa participation et informé de la date de la séance suivante, qui se déroulerait selon le même principe, en explorant l'environnement classé en deuxième position lors de la hiérarchisation initiale. Les participants étaient également invités à surveiller leur consommation tabagique au cours de la semaine, afin de pouvoir indiquer lors des séances 2, 3 et 4 si celle-ci avait augmenté, diminué ou était restée statique. Un rappel était envoyé avant chaque rendez-vous afin de maintenir l'engagement et de favoriser la continuité du protocole. Les séances suivantes reproduisaient la même structure, jusqu'à la quatrième et dernière séance.

Les différentes étapes de la procédure et les principaux éléments des environnements virtuels sont illustrés plus en détail en Annexe 2. Afin de faciliter la compréhension de la temporalité des mesures de craving au cours d'une séance expérimentale, un schéma récapitulatif de la procédure est présenté en Annexe 3.

2.5 Le matériel :

2.5.1 Smartphone :

Un smartphone Samsung était utilisé pour permettre à l'expérimentateur de voir en temps réel ce que le participant visualisait dans le casque de réalité virtuelle. Grâce à l'application Meta Horizon, l'écran du casque était affiché sur le téléphone, ce qui permettait de suivre le

déroulement de la scène, de vérifier que tout fonctionnait correctement et que le participant respectait les consignes, sans interrompre l'immersion.

2.5.2 Le casque :

Le casque utilisé dans cette étude était de la marque Meta, modèle Meta Quest. Il s'agit d'un dispositif autonome de réalité virtuelle permettant une immersion complète dans l'environnement virtuel sans connexion filaire à un ordinateur. Le casque est équipé d'un système audio intégré qui permet d'entendre les sons perceptibles de l'environnement virtuel, favorisant ainsi une immersion multisensorielle. Deux manettes sans fil sont incluses avec le casque afin de reproduire les mouvements des mains réelles dans la réalité virtuelle. Ces manettes permettent de manipuler des objets, d'interagir avec les avatars et de réaliser des actions au sein de l'environnement immersif.

2.5.3 Le diffuseur :

Le dispositif olfactif utilisé dans cette étude est Escentis by Scentient, un diffuseur de haute précision conçu spécifiquement pour l'intégration d'indices olfactifs dans des environnements virtuels. Selon les informations fournies par le fabricant, il s'agit d'un appareil permettant la diffusion ciblée et synchronisée d'odeurs au cours d'expériences immersives, grâce à un système de libération contrôlée compatible avec les casques de réalité virtuelle.

Il est conçu pour délivrer des stimuli olfactifs temporisés, permettant une synchronisation précise avec des événements VR. Le fabricant précise que l'appareil est destiné à des usages en formation, en recherche, en bien-être ou dans des expériences immersives nécessitant une intégration multisensorielle cohérente.

Dans le cadre de cette étude, le diffuseur a été utilisé pour administrer soit une odeur de lavande (condition expérimentale), soit une odeur neutre d'iode (condition contrôle). L'intensité, la durée et le moment de diffusion ont été globalement standardisés pour l'ensemble des participants. Toutefois, en raison d'une indisponibilité temporaire de l'odeur dans le système de diffusion pour certains participants de la condition Lavande, une seconde méthode de présentation olfactive a été utilisée. Un coton-tige imprégné d'huile essentielle de lavande a

alors été placé à proximité du participant afin d'assurer la continuité de l'exposition olfactive. Cette adaptation concernait uniquement la condition expérimentale Lavande pour 3 participants lors d'une seule séance.

2.5.4 La hotte :

La salle utilisée pour les immersions en réalité virtuelle était équipée d'une hotte de filtration moléculaire ERLAB®, utilisée pour aérer la pièce entre chaque participant. Dans cette étude, la hotte était utilisée pour aérer la pièce entre chaque participant, afin d'éliminer les odeurs résiduelles de lavande ou d'iode diffusées lors des immersions. Cette étape permettait d'éviter toute contamination olfactive entre les deux conditions expérimentales et d'assurer que chaque participant soit exposé à un environnement neutre au début de sa séance. L'utilisation d'un système de filtration professionnelle garantissait ainsi des conditions d'expérimentation stables et reproductibles.

2.5.5 Les environnements virtuels :

Les environnements virtuels utilisés dans cette étude ont été conçus pour reproduire des situations sociales courantes susceptibles d'évoquer le comportement tabagique. Trois scènes distinctes étaient proposées : un café, un parc et un cinéma. Chaque environnement permettait au participant d'explorer visuellement la scène en tournant la tête, tout en restant positionné au même endroit. Ces environnements comportaient des éléments réalistes, des interactions sociales et des stimuli associés au tabac, intégrés progressivement au cours de l'exposition. Les différentes étapes de la procédure et les principaux éléments des environnements virtuels sont illustrés plus en détail dans l'Annexe 2.

2.6 Outils de mesures :

2.6.1 Mesure du craving tabagique :

Le craving tabagique a été évalué à l'aide du QSU-Brief (*Questionnaire on Smoking Urges* – version courte ; Annexe 4), une version abrégée et validée du questionnaire original de Tiffany

et Drobes (1991), développée par Cox, Tiffany et Christen (2001). Cette version comprend 10 items cotés sur une échelle de Likert en 7 points, allant de 1 (« pas du tout d'accord ») à 7 (« tout à fait d'accord »). Le QSU-Brief mesure l'intensité de l'envie de fumer à un moment précis et se compose de deux dimensions : (1) l'anticipation positive des effets du tabac (items 1, 3, 6, 7 et 10) et (2) l'anticipation d'un soulagement des affects négatifs et du manque, associée à une envie urgente de fumer (items 2, 4, 5, 8 et 9). Un score total est obtenu en additionnant les réponses aux 10 items, un score élevé indiquant un niveau plus important de craving. Les qualités psychométriques du QSU-Brief sont excellentes. Les analyses factorielles confirment une structure bidimensionnelle, identique à celle du questionnaire original, soutenant ainsi sa validité de construit. De plus, le score global du QSU-Brief est fortement corrélé à celui de la version longue et présente une excellente cohérence interne ($\alpha = .97$ en laboratoire ; $\alpha = .89$ et $.87$ en contexte clinique).

2.6.2 Mesure de la dépendance tabagique :

Le test de Fagerström, une version révisée et validée du questionnaire original de Karl Fagerström (1978), développée par T. F. Heatherton (1991) a été utilisé pour évaluer le niveau de dépendance nicotinique (Annexe 5). Il s'agit d'un questionnaire en six items, validé en français. La cotation varie selon les items et le score total s'étend de 0 à 10, un score élevé indiquant une dépendance nicotinique plus importante. Le test présente une cohérence interne acceptable ($\alpha = .70$) ainsi qu'une bonne fidélité test-retest ($r = .85$ sur une période de sept mois), témoignant d'une bonne stabilité temporelle (Etter, Le Houezec, & Perneger, 1999). Sa validité est également soutenue par une association modérée avec les concentrations de cotinine ($\beta = .58$), biomarqueur de l'exposition au tabac, ce qui confirme sa capacité à mesurer le niveau de dépendance nicotinique. Une analyse factorielle exploratoire a par ailleurs été réalisée lors de sa validation. Le test de Fagerström constitue ainsi un outil fiable pour estimer le niveau de dépendance nicotinique et interpréter les variations du craving observées au cours du protocole.

2.6.3 Mesure des cybermalaises :

Le questionnaire sur les cybermalaises (Annexe 6), traduit du Simulator Sickness Questionnaire de Kennedy et al. (1993), a été utilisé pour évaluer les symptômes de malaise pouvant apparaître

pendant ou après l'immersion en réalité virtuelle. La cotation s'établit sur une échelle de Likert de 0 à 3 (« pas du tout », « un peu », « modérément », « sévèrement ») pour les 16 items. Le score total se divise en deux sous-échelles : nausée (items 1, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15 et 16) et oculomoteur (items 2, 3, 4, 5, 9, 10 et 11), selon les recommandations du laboratoire de cyberpsychologie de l'UQO (2013).

Les résultats ont été interprétés en référence aux travaux de Bouchard et al. (2009), qui proposent une approche plus adaptée à l'utilisation clinique de ce questionnaire. Les données psychométriques disponibles indiquent une bonne cohérence interne ($\alpha = 0,86$) ainsi qu'une structure factorielle satisfaisante, confirmée par une analyse factorielle confirmatoire présentant de bons indices d'ajustement (CFI = .91 ; GFI = .93 ; RMSEA = .065 ; RMR = .017).

2.6.4 Mesure du sentiment de présence :

Le questionnaire de présence utilisé dans cette étude (Annexe 7) est un questionnaire francophone développé et validé par Heck, Wagener et Simon (ULiège) (2023). Il évalue le sentiment de présence en réalité virtuelle selon quatre dimensions issues des modèles de Slater (2009) et de Biocca et al. (2003) : la présence spatiale (place presence), la plausibilité (plausibility presence), la présence sociale (social presence) et la coprésence (copresence). Les 12 items sont cotés sur une échelle de Likert en 7 points, allant de 1 (« pas du tout ») à 7 (« tout à fait »). Les qualités psychométriques du questionnaire sont satisfaisantes. L'analyse factorielle confirmatoire met en évidence un excellent ajustement du modèle à quatre facteurs ($\chi^2(48) = 59,12, p = .13$; CFI = .99 ; TLI = .99 ; RMSEA = .039 ; SRMR = .038). Par ailleurs, les quatre dimensions présentent une bonne à excellente cohérence interne, avec des coefficients alpha de Cronbach compris entre .70 et .92.

2.6.5 Questionnaire des émotions de base :

Le Questionnaire des émotions de base (Annexe 8), présenté dans l'ouvrage Émotion et psychothérapie de Philippot (2011) et développé à partir des travaux de Power (2006, 2010), a été utilisé afin de décrire le profil émotionnel général des participants. Cet outil permet d'évaluer les émotions fondamentales ressenties par une personne ainsi que sa perception de sa capacité à les gérer. Le questionnaire explore trois dimensions du vécu émotionnel : les émotions

ressenties au cours de la semaine écoulée, les émotions habituellement éprouvées et la capacité perçue à gérer ces émotions. Les réponses sont recueillies sur une échelle de Likert en sept points, dont les modalités varient selon la dimension évaluée (par exemple, de « pas du tout » à « tout le temps », de « jamais » à « très souvent » ou de « je gère très bien » à « je gère très mal »). L'outil évalue vingt-et-une émotions correspondant à plusieurs émotions fondamentales, notamment la joie, la colère, la peur, la tristesse, la culpabilité/honte et le dégoût physique. La consistance interne (α) du questionnaire est satisfaisante puisqu'elle varie entre 0.79 et 0.84.

Dans le cadre de la présente étude, ce questionnaire a été utilisé à des fins descriptives afin de caractériser le profil émotionnel des participants. Les résultats ont été interprétés de manière descriptive. Afin de situer le profil émotionnel de notre échantillon, les scores obtenus ont été mis en perspective avec ceux rapportés par le mémoire de Renaville (2024), sous la supervision de Wagener, auprès d'un échantillon non clinique de jeunes adultes âgés de 18 à 25 ans ayant utilisé le même questionnaire. Cette comparaison vise à fournir un point de référence descriptif et ne constitue pas une comparaison à des normes populationnelles.

3. Résultats (rédigés en collaboration avec Amélie Oger) :

Cette partie présente les analyses réalisées à partir des données recueillies dans le cadre de cette étude. Pour rappel, l'objectif principal de ce travail était d'évaluer l'impact de l'ajout d'une odeur de lavande, comparativement à une odeur neutre (iode), sur la réduction du craving tabagique chez de jeunes adultes exposés à un environnement virtuel immersif.

3.1 Analyse statistique

Dans un premier temps, des analyses descriptives ont été réalisées afin de caractériser l'échantillon et de décrire les principales variables recueillies au cours du protocole. Ces analyses ont porté sur les 24 participants inclus dans l'étude. Selon la nature des variables, les données ont été présentées sous forme de fréquences et de pourcentages pour les variables catégorielles, et de moyennes et écarts-types pour les variables quantitatives.

Dans un second temps, des analyses statistiques inférentielles ont été réalisées afin de tester les hypothèses de l'étude. Ces analyses ont été conduites auprès des 18 participants ayant complété

l'intégralité du protocole expérimental, soit les quatre séances de réalité virtuelle. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS Studio et le seuil de significativité statistique a été fixé à $p < .05$.

Les conditions d'application des analyses paramétriques ont été vérifiées avant leur réalisation. La normalité des distributions a été examinée à l'aide du test de Shapiro-Wilk et l'homogénéité des variances a été vérifiée lorsque cela était nécessaire. Malgré certains écarts à la normalité, les analyses paramétriques ont été conservées, les ANOVA à mesures répétées étant considérées comme robustes face à des violations modérées de cette hypothèse (Blanca et al., 2023). Les résultats détaillés des tests de normalité sont présentés en Annexe 9.

Afin d'examiner l'effet de l'exposition aux indices tabagiques présents dans l'environnement virtuel sur le craving, une ANOVA à mesures répétées a été réalisée en comparant les scores mesurés avant et pendant l'exposition aux stimuli tabagiques. Cette analyse comprenait un facteur intra-sujet « Temps » à deux modalités, Avant et Pendant. L'effet de l'introduction du stimulus olfactif a ensuite été examiné à l'aide d'une ANOVA à mesures répétées comprenant un facteur intra-sujet « Temps » à deux modalités, Pendant et Après, ainsi qu'un facteur inter-sujet « Condition expérimentale » à deux modalités, Lavande et Iode. L'interaction entre le Temps et la Condition expérimentale permettait notamment de déterminer si l'évolution du craving après l'introduction de l'odeur différait selon la condition olfactive.

L'évolution du craving au cours des quatre séances expérimentales a ensuite été examinée à l'aide d'une ANOVA mixte à mesures répétées comprenant un facteur intra-sujet « Séance » à quatre modalités, S1, S2, S3 et S4, et un facteur inter-sujet « Condition expérimentale » à deux modalités, Lavande et Iode. Une analyse de variance selon le même principe a été réalisée pour examiner l'évolution des scores de dépendance tabagique évaluée à l'aide du Fagerström Test for Nicotine Dependence (FTND) au cours des quatre séances et selon la condition expérimentale.

Des analyses complémentaires ont ensuite été réalisées afin d'examiner l'influence de variables susceptibles d'intervenir dans les résultats expérimentaux. L'effet potentiel de l'expérimentateur sur les scores de craving a été évalué à l'aide d'une analyse de variance à mesures répétées intégrant le facteur « Expérimentateur ». Les interactions entre l'Expérimentateur et la Condition expérimentale ainsi qu'entre l'Expérimentateur et la Séance

ont également été examinées afin de déterminer si cet éventuel effet variait selon la condition olfactive ou au cours des séances.

Les relations entre les variables liées à l'expérience en réalité virtuelle ont également été examinées. Une corrélation de Spearman a été réalisée afin d'évaluer l'association entre le cybermalaise et le sentiment de présence ressentis lors des séances de réalité virtuelle. La relation entre le cybermalaise et le ressenti subjectif de l'odeur a fait l'objet d'une analyse descriptive. Compte tenu du très faible nombre d'observations correspondant à un ressenti négatif de l'odeur, aucune analyse statistique inférentielle n'a été réalisée pour cette relation.

Une analyse exploratoire a enfin été réalisée afin d'examiner si la variation du craving après l'introduction du stimulus olfactif différait selon le ressenti subjectif de l'odeur. Pour chaque observation, un indice de variation du craving a été calculé à partir de la différence entre le score mesuré pendant l'exposition aux indices tabagiques et celui mesuré après l'introduction de l'odeur (Pendant / Après). Une valeur positive correspondait ainsi à une diminution du craving, tandis qu'une valeur négative correspondait à une augmentation du craving.

Les observations ont ensuite été regroupées en deux catégories selon le ressenti subjectif de l'odeur : ressenti positif versus ressenti neutre ou négatif. La différence de variation du craving entre ces deux groupes a été examinée à l'aide d'un test t de Student pour échantillons indépendants. Pour cette analyse exploratoire, les observations recueillies lors des différentes séances ont été considérées comme des observations distinctes, le ressenti subjectif de l'odeur pouvant varier d'une séance à l'autre chez un même participant. Plusieurs observations pouvant ainsi provenir d'un même participant, l'hypothèse d'indépendance des observations n'était pas pleinement satisfaite. Cette analyse a donc été considérée comme exploratoire et ses résultats ont été interprétés avec prudence.

3.2 Analyses descriptives de l'échantillon

Cette section présente les analyses descriptives réalisées afin de caractériser l'échantillon et de décrire les différentes mesures recueillies au cours du protocole expérimental. Ces analyses portent sur les 24 participants inclus dans l'étude, avec des effectifs pouvant varier selon les mesures et les séances en raison des données manquantes et des abandons au cours du protocole.

Les caractéristiques sociodémographiques et tabagiques des participants sont d'abord présentées, suivies des éléments relatifs au respect du protocole et au profil émotionnel de l'échantillon. Les variables liées à l'expérience en réalité virtuelle, à savoir le sentiment de présence et le cybermalaise, sont ensuite décrites, avant de présenter la perception subjective du stimulus olfactif ainsi que les modifications perçues de la consommation tabagique.

3.2.1 Caractéristiques sociodémographiques et tabagiques de l'échantillon :

Cette première analyse descriptive présente les caractéristiques sociodémographiques et tabagiques des participants inclus dans l'étude (Annexe 10). L'échantillon initial était composé de 24 participants, répartis de manière équivalente entre les deux conditions expérimentales : 12 participants dans la condition Lavande et 12 participants dans la condition Iode.

Les deux groupes présentent une répartition identique selon le sexe, avec 7 hommes (58,3 %) et 5 femmes (41,7 %) dans chacune des conditions. L'âge moyen des participants est légèrement supérieur dans la condition Lavande ($M = 22,9$ ans) comparativement à la condition Iode ($M = 21,9$ ans).

Concernant les caractéristiques tabagiques, l'ensemble des participants répond aux critères d'inclusion de l'étude, à savoir une consommation d'au moins cinq cigarettes par jour depuis plus de six mois. Dans la condition Lavande, 7 participants (58,3 %) déclarent fumer entre 5 et 10 cigarettes par jour, tandis que 5 participants (41,7 %) rapportent une consommation comprise entre 11 et 20 cigarettes quotidiennes. Dans la condition Iode, 8 participants (66,7 %) déclarent fumer entre 5 et 10 cigarettes par jour et 4 participants (33,3 %) entre 11 et 20 cigarettes par jour.

Au cours du protocole expérimental, 6 participants se sont retirés avant la fin de l'étude (1 dans la condition Lavande et 5 dans la condition Iode), principalement en raison d'un manque de disponibilité pour poursuivre les différentes séances prévues. L'échantillon final analysé comprenait donc 18 participants, répartis entre la condition Lavande ($n = 11$) et la condition Iode ($n = 7$).

3.2.2 Respect de la consigne expérimentale :

Le respect de la consigne de ne pas fumer durant l'heure précédant chaque séance a été évalué de manière descriptive (Annexe 11). La majorité des participants a respecté cette consigne tout au long du protocole, avec des taux de respect variant de 85,7 % à 95,8 % selon les séances. Les taux observés étaient similaires entre les conditions Lavande et Iode.

3.2.3 Profil émotionnel des participants :

Les émotions de base ont également été évaluées afin de mieux caractériser l'échantillon (Annexe 12). La joie présente les scores les plus élevés, tant pour les émotions ressenties au cours de la semaine précédant l'étude ($M = 4,67$; $ET = 1,27$) que pour les émotions généralement éprouvées ($M = 4,95$; $ET = 1,28$). La peur constitue également une émotion relativement élevée (état : $M = 4,04$; $ET = 1,64$; trait : $M = 3,80$; $ET = 1,63$), tandis que la tristesse, la culpabilité et le dégoût présentent des niveaux plus faibles.

Sur le plan de la gestion émotionnelle, les scores indiquent une capacité perçue de régulation globalement satisfaisante. Les participants rapportent une meilleure capacité à gérer la joie ($M = 1,70$; $ET = 0,86$) et le dégoût ($M = 2,58$; $ET = 1,47$), tandis que les difficultés sont davantage rapportées pour la peur ($M = 4,19$; $ET = 1,63$), la colère ($M = 3,66$; $ET = 1,39$), la culpabilité ($M = 3,61$; $ET = 1,66$) et la tristesse ($M = 3,45$; $ET = 1,48$).

Afin de situer ce profil, les résultats ont été comparés à ceux rapportés par Renaville (2024) auprès de 50 jeunes adultes âgés de 18 à 25 ans (Annexe 13). Pour les émotions état, les participants de la présente étude présentent des niveaux significativement plus faibles de tristesse ($p < .001$), de culpabilité ($p < .001$) et de dégoût ($p = .006$) que l'échantillon de référence. Aucune différence significative n'est observée pour la colère ($p = .065$), la peur ($p = .135$) ou la joie ($p = .857$). Pour les émotions traits, des niveaux significativement plus faibles sont également observés pour la tristesse ($p = .002$) et la culpabilité ($p = .007$), tandis qu'aucune différence significative n'est relevée pour la colère ($p = .374$), la peur ($p = .235$), la joie ($p = .995$) ou le dégoût ($p = .756$).

Dans l'ensemble, cette comparaison met en évidence certaines particularités du profil émotionnel de l'échantillon, notamment des niveaux plus faibles de tristesse et de culpabilité par rapport à l'échantillon de référence.

3.2.4 Analyse descriptive du sentiment de présence :

Le sentiment de présence ressenti au cours des séances de réalité virtuelle a été évalué de manière descriptive (Annexe 14). Les scores moyens restent relativement stables au fil des quatre séances, variant de 67,09 (ET = 17,47) lors de la première séance à 63,44 (ET = 17,77) lors de la quatrième séance. Les médianes présentent également des valeurs proches des moyennes, comprises entre 63,50 et 69,00. Une variabilité interindividuelle est toutefois observée, avec des scores allant de 28 à 102 selon les séances.

3.2.5 Analyse descriptive du cybermalaise :

Les scores de cybermalaise ressentis au cours des séances de réalité virtuelle ont été évalués de manière descriptive (Annexe 15). Les scores moyens restent globalement faibles tout au long du protocole. La moyenne la plus élevée est observée lors de la première séance ($M = 5,50$; $ET = 7,08$), puis les scores diminuent progressivement au fil des séances pour atteindre $M = 2,00$ ($ET = 2,93$) lors de la quatrième séance. Les médianes, comprises entre 0,00 et 2,00, indiquent que la majorité des participants rapportent peu de symptômes de cybermalaise. Une variabilité interindividuelle est toutefois observée, avec des scores maximaux allant de 23 à la première séance à 8 lors de la quatrième séance.

3.2.6 Intensité perçue de l'odeur :

L'intensité perçue de l'odeur a été évaluée de manière descriptive dans les deux conditions expérimentales (Annexe 16). Les participants de la condition Lavande rapportent une intensité moyenne légèrement plus élevée ($M = 6,63$; $ET = 1,29$) que ceux de la condition Iode ($M = 6,15$; $ET = 1,97$). Les scores apparaissent également moins dispersés dans la condition Lavande, comme en témoigne un écart-type plus faible.

3.2.7 Analyse qualitative du ressenti de l'odeur :

En complément de l'évaluation de l'intensité de l'odeur, les participants inclus dans le protocole ont été invités à qualifier leur ressenti comme agréable, neutre ou négatif. Cette analyse

qualitative a été réalisée sur l'ensemble des participants ayant débuté l'étude (N = 24 ; 12 dans la condition Lavande et 12 dans la condition Iode), indépendamment de leur complétion des quatre séances expérimentales. Les participants avaient également la possibilité de préciser leur réponse par un commentaire libre. Les verbatims recueillis ont permis de dégager les principales tendances suivantes.

Dans la condition Lavande, les participants rapportent majoritairement des ressentis positifs. Dix participants sur douze (83,3 %) qualifient l'odeur d'agréable à au moins une reprise au cours de l'étude et l'associent à des termes tels que relaxante, agréable, réconfortante, positive ou enveloppante. Sept participants (58,3 %) rapportent également un ressenti neutre lors d'au moins une séance. Un seul participant (8,3 %) exprime un ressenti initialement négatif, qui évolue ensuite vers des impressions neutres puis positives au fil des séances.

Dans la condition Iode, les ressentis sont majoritairement neutres. Neuf participants sur douze (75,0 %) qualifient exclusivement l'odeur de neutre au cours de l'étude, indiquant qu'elle ne suscite pas d'émotion particulière. Trois participants (25,0 %) évoquent toutefois une sensation de relaxation à au moins une reprise. Deux participants (16,7 %) rapportent un ressenti négatif, l'un associant l'odeur à celle d'un cabinet dentaire et l'autre décrivant une impression désagréable lors d'une séance.

3.2.8 Analyse qualitative de l'évolution perçue de la consommation tabagique :

Entre les différentes séances, les participants étaient invités à observer l'évolution de leur consommation tabagique et à rapporter les éventuelles modifications observées. Les commentaires recueillis au cours du protocole ont fait l'objet d'une analyse descriptive.

Dans la condition Lavande, dix participants sur douze (83,3 %) rapportent une diminution de leur consommation tabagique ou un meilleur contrôle de leur envie de fumer. Les commentaires évoquent notamment une réduction du nombre de cigarettes fumées, une diminution de l'envie de fumer, une capacité à attendre plus longtemps avant de consommer une cigarette ou encore un sentiment d'être moins dépendant. Deux participants (16,7 %) ne rapportent pas de modification notable de leur consommation.

Dans la condition Iode, quatre participants sur douze (33,3 %) rapportent une diminution de leur consommation tabagique ou de leur envie de fumer, tandis que huit participants (66,7 %)

n'observent pas de changement notable. Les évolutions décrites concernent principalement une légère diminution du nombre de cigarettes fumées ou de l'envie de fumer dans certaines situations. Un participant (8,3 %) rapporte une augmentation ponctuelle de sa consommation à la suite d'une soirée.

Dans l'ensemble, les participants de la condition Lavande rapportent plus fréquemment une diminution de leur consommation tabagique ou de leur envie de fumer que ceux de la condition Iode. Ces observations reposent toutefois sur les déclarations des participants et doivent être interprétées avec prudence.

3.2.9 Relation entre le cybermalaise et le ressenti subjectif de l'odeur

Une analyse descriptive complémentaire a été réalisée afin d'examiner les scores de cybermalaise chez les participants ayant rapporté un ressenti négatif de l'odeur. Parmi les observations recueillies, seules deux correspondent à un ressenti négatif de l'odeur. Compte tenu du très faible nombre d'observations concernées, aucune analyse statistique inférentielle n'a été réalisée.

3.3 Analyses statistiques inférentielles :

Les analyses descriptives ayant permis de caractériser l'échantillon et d'examiner les principales tendances observées au cours du protocole, des analyses statistiques inférentielles ont ensuite été réalisées afin de tester les hypothèses de l'étude.

Les analyses portant sur le craving ont été organisées selon les différentes étapes du protocole expérimental afin de distinguer l'effet des indices tabagiques de celui du stimulus olfactif. Dans un premier temps, l'effet de l'exposition aux indices tabagiques sur le craving a été évalué en comparant les scores mesurés avant et pendant l'exposition. Dans un second temps, l'effet de l'introduction du stimulus olfactif a été examiné en comparant les scores obtenus pendant et après l'exposition, en tenant compte de la condition expérimentale (Lavande versus Iode).

L'analyse de l'évolution du craving au cours des quatre séances expérimentales a ensuite été réalisée, ainsi que l'examen de l'évolution de la dépendance tabagique évaluée par le FTND.

Des analyses complémentaires ont également été conduites afin d'explorer l'influence de variables susceptibles d'intervenir dans les résultats, notamment l'expérimentateur, le ressenti subjectif de l'odeur et certaines variables liées à l'expérience en réalité virtuelle.

Les analyses statistiques principales ont été réalisées auprès des 18 participants ayant complété l'intégralité du protocole expérimental, soit les quatre séances de réalité virtuelle. Les participants ayant interrompu le protocole avant son terme n'ont pas été inclus dans les analyses inférentielles afin de disposer de mesures complètes pour chaque temps d'évaluation.

3.3.1 Effet de l'exposition aux stimuli tabagiques sur le craving (Avant vs Pendant) :

Afin de vérifier si l'exposition aux indices tabagiques présents dans l'environnement virtuel entraînait une modification du niveau de craving, une analyse de variance à mesures répétées a été réalisée. Cette analyse comprenait un facteur intra-sujet « Temps » comportant deux modalités : « Avant » et « Pendant » l'exposition aux indices tabagiques (Annexe 17). Elle a été effectuée indépendamment de la condition olfactive afin d'évaluer l'effet global des stimuli tabagiques sur le craving.

Effet principal du Temps :

L'analyse met en évidence un effet principal significatif du facteur Temps, $F(1,17) = 10,91$, $p = .0042$. Les participants présentent une augmentation significative du craving au cours de l'exposition aux indices tabagiques. Le score moyen passe de 26,58 (ET = 9,32) avant l'exposition à 29,67 (ET = 10,82) pendant l'exposition.

3.3.2 Effet de l'introduction du stimulus olfactif sur le craving (Pendant vs Après) :

Afin d'évaluer l'effet de l'introduction du stimulus olfactif sur le craving, une ANOVA à mesures répétées a été réalisée en comparant les scores de craving mesurés pendant l'exposition aux indices tabagiques et après l'introduction de l'odeur. Cette analyse comprenait un facteur intra-sujet « Temps » avec deux modalités (Pendant et Après) ainsi qu'un facteur inter-sujet « Condition expérimentale » comprenant deux modalités (Lavande et Iode) (Annexe 18).

Effet principal du Temps :

Aucun effet principal significatif du facteur Temps n'est observé, $F(1,16) = 1,61$, $p = .222$. Lorsque les deux conditions expérimentales sont considérées ensemble, aucune modification significative du niveau de craving n'est donc observée entre les phases Pendant et Après.

Effet principal de la Condition expérimentale :

L'effet principal de la Condition expérimentale n'est également pas significatif, $F(1,16) = 1,19$, $p = .291$. Les participants exposés à la lavande ne présentent donc pas un niveau moyen de craving significativement différent de celui des participants exposés à l'iode, lorsque les deux temps de mesure sont considérés conjointement.

Interaction Temps $\times$ Condition expérimentale :

Enfin, l'interaction Temps $\times$ Condition expérimentale, qui constitue le test principal de l'hypothèse selon laquelle l'effet du stimulus olfactif diffère selon l'odeur présentée, n'atteint pas le seuil de significativité statistique, $F(1,16) = 3,54$, $p = .078$.

3.3.3 Évolution du craving au cours des quatre séances expérimentales :

Afin d'examiner l'évolution du craving au cours du protocole expérimental et de déterminer si cette évolution différerait selon la condition olfactive, une ANOVA mixte à mesures répétées a été réalisée. Cette analyse comprenait un facteur intra-sujet « Séance », comportant quatre niveaux (S1, S2, S3 et S4), ainsi qu'un facteur inter-sujet « Condition expérimentale », comprenant deux modalités (Lavande et Iode) (Annexe 19).

Effet des séances :

L'effet principal du facteur Séance n'est pas significatif, $F(3,48) = 1,84$, $p = .1533$. Le niveau moyen de craving ne diminue donc pas significativement au cours des quatre séances

expérimentales. Bien que les statistiques descriptives indiquent une légère diminution des scores au fil du protocole, cette évolution n'atteint pas le seuil de significativité statistique.

Des comparaisons post hoc avec correction de Bonferroni ont également été réalisées afin d'examiner les différences entre les différentes séances. Aucune différence significative n'a été observée entre les paires de séances (tous les $p > .05$).

Effet de la condition expérimentale :

L'effet principal de la Condition expérimentale n'est pas significatif, $F(1,16) = 0,45$, $p = .5108$. Les participants exposés à la lavande ne présentent donc pas un niveau moyen de craving significativement différent de celui des participants exposés à l'iode lorsque l'ensemble des séances est considéré.

Interaction Séance $\times$ Condition :

Enfin, l'interaction Séance $\times$ Condition expérimentale n'est pas significative, $F(3,48) = 0,39$, $p = .7594$. Les corrections de Greenhouse-Geisser ($p = .703$) et de Huynh-Feldt ($p = .734$) conduisent à la même conclusion. L'évolution du craving au cours des quatre séances ne diffère donc pas significativement selon la condition olfactive.

Ainsi, aucune diminution significative du craving au cours des quatre séances n'est observée, et aucune différence significative entre les conditions expérimentales n'est mise en évidence dans l'évolution du craving.

3.3.4 Évolution des scores de dépendance tabagique (FTND) :

Afin d'examiner l'évolution de la dépendance tabagique au cours du protocole expérimental, une ANOVA mixte à mesures répétées a été réalisée. Cette analyse comprenait un facteur intra-sujet « Séance », comportant quatre niveaux (S1, S2, S3 et S4), ainsi qu'un facteur inter-sujet « Condition expérimentale », comprenant deux modalités (Lavande et Iode) (Annexe 20). L'objectif était d'examiner si les scores de dépendance tabagique, évalués à l'aide du

Fagerström Test for Nicotine Dependence (FTND), évoluaient au cours des quatre séances et si cette évolution différait selon la condition olfactive.

Le test de sphéricité de Mauchly étant significatif ($\chi^2(5) = 18,71$, $p = .0022$), l'hypothèse de sphéricité était violée. Les résultats relatifs au facteur intra-sujet Séance et à son interaction avec la Condition expérimentale ont donc été interprétés à partir de la correction de Greenhouse-Geisser.

Effet principal des séances :

L'analyse met en évidence un effet principal significatif du facteur Séance, $F(2,17 ; 34,73) = 3,52$, $p = .037$ (correction de Greenhouse-Geisser). Les scores de FTND évoluent donc significativement au cours des quatre séances expérimentales.

L'examen des moyennes descriptives indique une diminution progressive des scores de dépendance tabagique au cours du protocole, avec des scores moyens passant de 2,78 (ET = 2,07) en séance 1 à 2,00 (ET = 1,54) en séance 4.

Des comparaisons post hoc avec correction de Bonferroni ont été réalisées afin d'identifier les différences entre les séances. Une diminution significative des scores de FTND est observée entre la séance 2 et la séance 4 ($p = .043$). Aucune autre comparaison entre les séances n'atteint le seuil de significativité statistique (tous les $p > .05$).

Effet principal de la condition expérimentale :

L'effet principal du facteur Condition expérimentale n'est pas significatif, $F(1,16) = 0,21$, $p = .655$. Les scores moyens de FTND ne diffèrent donc pas significativement entre les participants exposés à l'odeur de lavande et ceux exposés à l'odeur d'iode.

Interaction Séance $\times$ Condition expérimentale :

L'interaction entre les facteurs Séance et Condition expérimentale n'est pas significative, $F(2,17 ; 34,73) = 1,40$, $p = .261$ (correction de Greenhouse-Geisser). L'évolution des scores de

FTND au cours des quatre séances ne diffère donc pas significativement selon la condition olfactive.

Ainsi, une évolution significative des scores de FTND est observée au cours des séances, avec une différence significative entre les séances 2 et 4, sans différence significative entre les conditions expérimentales ni interaction entre la Séance et la Condition.

3.3.5 Analyse exploratoire : influence du ressenti subjectif de l'odeur sur la diminution du craving :

En complément de l'analyse principale comparant les conditions expérimentales Lavande et Iode, une analyse exploratoire a été réalisée afin d'examiner si la diminution du craving après l'introduction du stimulus olfactif variait selon le ressenti subjectif de l'odeur (Annexe 21).

Les participants ont été répartis en deux groupes selon leur perception de l'odeur : un groupe présentant un ressenti positif et un groupe regroupant les participants présentant un ressenti neutre ou négatif.

Le test t de Student pour échantillons indépendants met en évidence une différence significative entre les deux groupes, $t(70) = -2,41, p = .019$. Les participants ayant rapporté un ressenti positif de l'odeur présentent une diminution moyenne du craving plus importante ($M = 4,00$; $ET = 7,98$) que les participants ayant rapporté un ressenti neutre ou négatif ($M = -0,13$; $ET = 6,14$). Ces derniers présentent en moyenne une légère augmentation du craving après l'introduction du stimulus olfactif.

3.3.6 Analyses complémentaires :

3.3.6.1 Effet de l'expérimentateur :

Afin d'examiner si les scores de craving différaient selon l'expérimentateur ayant réalisé les séances, une analyse complémentaire a été effectuée à l'aide d'une ANOVA à mesures répétées intégrant le facteur « Expérimentateur » (Annexe 22).

Effet principal de l'expérimentateur :

L'analyse met en évidence un effet principal significatif de l'Expérimentateur sur les scores de craving $F(1,16) = 9,61, p = .0078$. Les participants évalués par Anya présentent un score moyen de craving plus élevé ($M = 36,13$) que ceux évalués par Amélie ($M = 27,79$).

L'examen des scores par séance montre que cette différence est significative lors des séances 2 ($p = .0055$), 3 ($p = .0094$) et 4 ($p = .0065$), mais ne l'est pas lors de la séance 1 ($p = .2337$).

Interaction Condition expérimentale $\times$ Expérimentateur :

L'interaction entre la Condition expérimentale et l'Expérimentateur n'est pas significative, $F = 0,01, p = .9238$. L'effet de l'Expérimentateur ne diffère donc pas significativement selon la condition olfactive.

3.3.6.2 Relation entre le cybermalaise et le sentiment de présence :

Une corrélation de Spearman a été réalisée afin d'examiner l'association entre le cybermalaise et le sentiment de présence ressenti lors des séances de réalité virtuelle (Annexe 23). Les résultats ne mettent pas en évidence de relation significative entre ces deux variables, $\rho = -0,053, p = .835$. Aucune association significative entre le niveau de cybermalaise et le sentiment de présence n'est donc observée dans cet échantillon.

4. Discussion :

Cette étude avait pour objectif d'examiner l'effet d'une stimulation olfactive associée à une exposition en réalité virtuelle sur le craving tabagique chez de jeunes adultes fumeurs. Plus précisément, il s'agissait de comparer l'effet d'une odeur expérimentale de lavande à celui d'une odeur contrôle d'iode sur l'évolution du craving, tout en examinant son évolution au cours de quatre séances. Cette discussion vise dans un premier temps à interpréter les principaux résultats obtenus au regard des hypothèses formulées et des données de la littérature. Les limites méthodologiques susceptibles d'avoir influencé les résultats seront ensuite abordées. Enfin,

plusieurs perspectives de recherche seront proposées à partir des résultats obtenus, notamment concernant le rôle du ressenti subjectif de l'odeur et des émotions dans la variation du craving.

4.1 Interprétation des principaux résultats :

Le premier résultat important concerne l'augmentation du craving observée lors de l'exposition aux stimuli associés au tabagisme. Le score moyen de craving passe de 26,58 avant l'exposition à 29,67 pendant celle-ci, avec un effet significatif du temps, $F(1,17) = 10,91, p = .0042$. Ce résultat indique que l'exposition proposée dans le protocole a bien été associée à une augmentation du craving chez les participants. Il est cohérent avec les travaux portant sur la réactivité aux indices associés à la consommation, qui montrent que la présentation de stimuli liés au tabac peut provoquer une augmentation de l'envie de fumer chez les personnes qui consomment du tabac (Pericot-Valverde et al., 2016). La réalité virtuelle semble ainsi avoir permis de susciter la réponse recherchée dans le cadre expérimental, ce qui soutient son intérêt pour l'étude du craving tabagique dans un environnement contrôlé.

Concernant l'hypothèse principale, selon laquelle l'introduction de l'odeur de lavande entraînerait une diminution plus importante du craving que l'odeur d'iode, les résultats ne permettent pas de la confirmer. Une diminution du craving est effectivement observée dans la condition Lavande, le score moyen passant de 28,48 pendant l'exposition à 24,43 après l'introduction de l'odeur. Dans la condition Iode, le score moyen passe quant à lui de 31,54 à 32,32. Cependant, les analyses statistiques ne mettent pas en évidence d'effet significatif du temps, $F(1,16) = 1,61, p = .222$, ni d'effet significatif de la condition, $F(1,16) = 1,19, p = .291$. L'interaction entre le temps et la condition n'atteint pas non plus le seuil de significativité, $F(1,16) = 3,54, p = .078$.

Les résultats descriptifs montrent donc une tendance compatible avec l'hypothèse d'un effet favorable de la lavande, mais cette tendance ne peut pas être interprétée comme un effet démontré de l'odeur. L'analyse statistique ne permet pas de conclure que la diminution observée dans la condition Lavande est attribuable à la stimulation olfactive. Cette distinction est importante, d'autant plus que la taille réduite de l'échantillon limite la puissance statistique de l'étude. Les résultats doivent ainsi être considérés comme une première piste qui nécessiterait d'être vérifiée dans une étude menée auprès d'un échantillon plus important.

La deuxième hypothèse postulait une diminution progressive du craving au fil des séances. Celle-ci n'est pas confirmée par les résultats obtenus. Les scores moyens montrent certes une tendance générale à la diminution, passant de 31,46 lors de la première séance à 25,93 lors de la quatrième séance. Toutefois, l'effet principal du facteur Séance n'est pas significatif, $F(3,48) = 1,84, p = .1533$. L'interaction entre la séance et la condition expérimentale n'est également pas significative, $F(3,48) = 0,39, p = .7594$. Les résultats ne permettent donc pas de conclure à une diminution progressive du craving au cours des quatre séances ni à une évolution différente selon la condition olfactive.

Cette absence d'effet significatif ne permet pas non plus de conclure à l'absence de tout processus d'habituation. Les quatre séances proposées dans le cadre de cette étude peuvent ne pas avoir été suffisantes pour entraîner une modification suffisamment importante de la réponse aux stimuli tabagiques. Toutefois, cette interprétation reste hypothétique puisque le protocole ne permet pas de mesurer directement les mécanismes d'habituation ou d'extinction.

Une évolution significative est également observée pour les scores de dépendance tabagique mesurés avec le FTND. L'effet principal du facteur Séance est significatif, $F(2,17 ; 34,73) = 3,52, p = .037$ (correction de Greenhouse-Geisser), avec une différence significative entre les séances 2 et 4 ($p = .043$). En revanche, aucune différence significative entre les conditions n'est observée, $F(1,16) = 0,21, p = .655$, et l'interaction entre la séance et la condition n'est pas significative non plus, $F(2,17 ; 34,73) = 1,40, p = .261$ (correction de Greenhouse-Geisser). Ces résultats indiquent donc une évolution des scores de dépendance au cours du protocole, mais ne permettent pas d'attribuer cette évolution à l'exposition à la lavande. De plus, le FTND étant une mesure basée sur les réponses des participants, cette évolution ne peut pas être considérée comme une preuve directe d'une diminution physiologique de l'exposition à la nicotine.

Un résultat complémentaire particulièrement intéressant concerne le ressenti subjectif de l'odeur. Les participants ayant rapporté un ressenti positif de l'odeur présentent une diminution moyenne du craving plus importante ($M = 4,00 ; ET = 7,98$) que les participants ayant rapporté un ressenti neutre ou négatif ($M = -0,13 ; ET = 6,14$). La différence entre ces deux groupes est statistiquement significative, $t(70) = -2,41, p = .019$.

Selon l'hypothèse exploratoire, les participants percevant l'odeur de manière positive devraient présenter une diminution plus importante du craving que ceux qui la perçoivent comme neutre ou négative, indépendamment de la condition expérimentale. Le résultat suggère que l'effet de

la stimulation olfactive pourrait dépendre davantage de la manière dont l'odeur est perçue par le participant que de l'odeur qui lui est présentée expérimentalement, compte tenu du rôle potentiel de la perception subjective des odeurs dans leurs effets sur le craving (Sayette et al., 2019). En effet, dans l'étude, la distinction entre une odeur agréable et une odeur neutre ne correspond pas nécessairement au ressenti réel de chaque participant. Une même odeur peut être perçue différemment selon les individus et cette perception pourrait être susceptible de modifier la réponse émotionnelle et motivationnelle associée à l'exposition.

Cette observation rejoint également l'intérêt accordé aux émotions dans le cadre de cette étude. L'olfaction entretient des liens étroits avec les processus émotionnels et mnésiques (Herz, 2016). Le ressenti subjectif associé à une odeur pourrait donc constituer un élément important pour comprendre les différences individuelles observées dans les variations du craving (Sayette et al., 2019). Néanmoins, comme le questionnaire des émotions de base n'a été administré qu'au cours de la première séance, les données recueillies ne permettent pas d'établir directement une évolution des émotions au cours des différentes expositions ni de déterminer si une modification émotionnelle précède la diminution du craving.

Enfin, l'analyse complémentaire portant sur l'expérimentateur met en évidence un effet principal significatif de celui-ci sur les scores de craving, $F(1,16) = 9,61, p = .0078$. Les participants évalués par Anya présentent en moyenne des scores de craving plus élevés ($M = 36,13$) que ceux évalués par Amélie ($M = 27,79$). L'examen des scores par séance montre que cette différence est significative lors des séances 2 ($p = .0055$), 3 ($p = .0094$) et 4 ($p = .0065$), mais ne l'est pas lors de la séance 1 ($p = .2337$). L'interaction entre l'expérimentateur et la condition expérimentale n'est toutefois pas significative, $F = 0,01, p = .9238$. Ce résultat montre qu'une partie de la variabilité observée dans les scores de craving pourrait être associée à des différences liées à la situation expérimentale ou à l'expérimentateur. Il convient néanmoins de rester prudent quant à son interprétation, car les données recueillies ne permettent pas d'identifier précisément l'origine de cette différence.

4.2 Limites de l'étude :

Plusieurs limites doivent être prises en compte dans l'interprétation des résultats de cette étude.

La première concerne la taille de l'échantillon. L'étude a débuté avec 24 participants, mais seuls 18 participants ont réalisé l'ensemble des quatre séances. Cette diminution de l'effectif réduit la puissance statistique des analyses et augmente la difficulté à mettre en évidence des effets de faible ou de moyenne amplitude. Elle limite également la généralisation des résultats à l'ensemble de la population des jeunes adultes fumeurs. Le nombre important d'abandons constitue donc un élément à prendre en considération dans l'interprétation des résultats.

Une deuxième limite concerne l'évaluation de la dépendance et de la consommation tabagique. Dans cette étude, ces éléments ont principalement été évalués à partir de mesures autorapportées, notamment à l'aide du FTND. Cet outil permet d'obtenir des informations importantes sur les habitudes et la dépendance des participants, mais ne fournit pas une mesure biologique directe de l'exposition à la nicotine. Des mesures biologiques avaient initialement été envisagées dans le protocole, notamment par l'intermédiaire de la cotinine salivaire ou d'une analyse urinaire. Elles n'ont finalement pas été réalisées en raison des contraintes financières liées à leur mise en place. L'ajout d'une mesure biologique aurait néanmoins permis de compléter les données autorapportées et d'apporter un indicateur plus objectif de l'exposition à la nicotine au fil des quatre séances. Les variations observées sur les questionnaires doivent donc être interprétées avec prudence et ne peuvent pas être considérées comme une preuve directe d'une modification biologique de la consommation de nicotine.

Une troisième limite concerne l'influence possible de facteurs extérieurs sur les variations de consommation rapportées par les participants. Certains participants ayant indiqué avoir diminué leur consommation ont eux-mêmes exprimé des doutes quant au lien entre cette diminution et leur participation à l'étude. La période de recueil des données correspondait notamment à une période de forte chaleur, qui pouvait modifier les habitudes de consommation. Étant donné la population testée, pour rappel les jeunes adultes de 18 à 25 ans, la période de testing correspondait également à la fin de la période d'examens ce qui pouvait également entraîner des changements dans le niveau de stress et dans l'organisation quotidienne des participants. Enfin, certains participants ont changé de lieu de vie pendant les vacances, notamment en retournant chez leurs parents. Ces changements de contexte peuvent modifier les habitudes quotidiennes, les occasions de fumer et l'accessibilité aux cigarettes. Il n'est donc pas possible d'attribuer avec certitude les changements de consommation rapportés au seul effet du protocole expérimental.

Une quatrième limite concerne l'effet de l'expérimentateur observé dans les analyses complémentaires. La différence significative entre les scores de craving des participants évalués

par les deux expérimentatrices suggère que certaines caractéristiques de la situation expérimentale pourraient avoir influencé les réponses des participants. Il est pertinent de noter que les deux expérimentatrices ne présentaient pas exactement le même rapport au tabagisme, Anya étant elle-même fumeuse. Cette caractéristique pourrait théoriquement avoir influencé certains aspects de l'interaction expérimentale, mais les données disponibles ne permettent pas de déterminer si elle explique effectivement la différence observée.

Enfin, une dernière limite concerne le caractère subjectif de la perception des odeurs (Sayette et al., 2019). Le protocole reposait sur la comparaison entre une odeur de lavande considérée comme agréable et une odeur d'iode considérée comme neutre. Toutefois, les réponses des participants montrent que cette distinction ne correspondait pas systématiquement à leur ressenti subjectif. Certains participants ont pu percevoir l'odeur de lavande de manière neutre ou négative, tandis que l'odeur d'iode pouvait également être perçue positivement. Cette variabilité individuelle peut avoir réduit la différence réelle entre les deux conditions et constitue donc un élément important à prendre en considération dans l'interprétation de l'absence d'effet significatif de la condition olfactive.

4.3 Perspectives :

Les résultats obtenus permettent de dégager plusieurs perspectives pour de futures recherches. Une première piste serait de poursuivre l'étude auprès d'un échantillon plus important afin d'augmenter la puissance statistique et de permettre une meilleure généralisation des résultats. Il serait également intéressant de limiter les pertes de participants au cours du protocole afin de disposer d'un nombre suffisant de participants ayant réalisé l'ensemble des séances.

Une deuxième perspective concernerait l'utilisation de mesures biologiques complémentaires. L'association du questionnaire autorapporté permettant d'évaluer le niveau de dépendance nicotinique (FTND) à une mesure de la cotinine salivaire, par exemple, permettrait de mieux objectiver l'exposition à la nicotine et de déterminer si les modifications déclarées de la consommation s'accompagnent réellement d'une variation biologique.

Une troisième piste serait de mieux contrôler les facteurs susceptibles d'influencer la consommation tabagique indépendamment de l'intervention. Des informations plus détaillées concernant les conditions météorologiques (forte chaleur), les changements de contexte de vie,

le stress, les émotions, les habitudes quotidiennes ou encore les périodes de vacances pourraient notamment être recueillies afin de mieux distinguer les effets liés au protocole des variations spontanées de la consommation.

Les résultats exploratoires concernant le ressenti subjectif de l'odeur constituent toutefois une perspective particulièrement intéressante. Plutôt que de considérer uniquement la condition expérimentale, une étude future pourrait distinguer les participants selon la manière dont ils perçoivent réellement l'odeur, notamment selon qu'elle est ressentie comme positive, neutre ou négative. L'analyse réalisée dans cette étude suggère en effet que les participants rapportant un ressenti positif présentent une diminution plus importante du craving que ceux rapportant un ressenti neutre ou négatif. Cette observation reste exploratoire, mais elle ouvre une piste intéressante concernant le rôle de l'expérience subjective de l'odeur dans la modulation du craving.

Il serait également pertinent d'approfondir le lien entre le ressenti olfactif, les émotions et le craving. Le questionnaire des émotions de base utilisé dans la présente étude pourrait être administré à plusieurs moments du protocole afin d'examiner plus directement si les changements émotionnels accompagnant l'exposition à l'odeur sont associés aux variations du craving. Une telle approche permettrait notamment de déterminer si une odeur perçue positivement s'accompagne effectivement d'une modification des émotions et si cette modification est elle-même liée à une diminution de l'envie de fumer.

Enfin, les recherches futures pourraient pérenniser l'utilisation de la réalité virtuelle pour étudier les réactions aux stimuli associés au tabagisme. L'augmentation significative du craving observée lors de l'exposition aux stimuli virtuels montre que le dispositif utilisé dans cette étude constitue un moyen intéressant de susciter une réactivité aux indices tabagiques dans un environnement contrôlé. L'association de cette exposition avec une stimulation olfactive pourrait ainsi continuer à être étudiée, en accordant davantage d'importance aux différences individuelles dans la perception et le ressenti de l'odeur.

4.4 Conclusion générale :

Cette étude avait pour objectif d'examiner l'effet d'une stimulation olfactive associée à une exposition en réalité virtuelle sur le craving tabagique chez de jeunes adultes fumeurs. Les

résultats montrent que l'exposition aux stimuli associés au tabagisme a entraîné une augmentation significative du craving, confirmant que le dispositif de VR permettait de susciter une réactivité aux indices tabagiques. En revanche, l'hypothèse principale d'une diminution significativement plus importante du craving dans la condition Lavande par rapport à la condition Iode n'a pas été confirmée. L'hypothèse secondaire selon laquelle le craving diminuerait progressivement au fil des séances n'a également pas été confirmée.

Malgré l'absence d'effet significatif de la condition olfactive, les analyses exploratoires mettent en évidence une piste intéressante concernant le rôle du ressenti subjectif de l'odeur. Les participants ayant perçu l'odeur positivement présentent une diminution plus importante du craving que ceux ayant rapporté un ressenti neutre ou négatif. Ce résultat doit être interprété avec prudence, mais il suggère que la perception individuelle de l'odeur pourrait constituer un facteur important dans son éventuel effet sur le craving.

Ainsi, cette étude ne permet pas de conclure à un effet spécifique de l'odeur de lavande sur le craving. Elle met néanmoins en évidence l'intérêt d'étudier conjointement les stimuli virtuels, la stimulation olfactive et l'expérience subjective des participants. De futures recherches disposant d'un échantillon plus important, de mesures biologiques complémentaires et d'une évaluation plus approfondie des émotions et du ressenti olfactif des participants pourraient permettre de mieux comprendre les conditions dans lesquelles une stimulation olfactive est susceptible de moduler le craving tabagique.

5. Bibliographie (rédigée en collaboration avec Amélie Oger) :

1. Allache, A., Auriacombe, M., Alexandre, J., & Serre, F. (2026). Craving as a transdiagnostic marker of addiction ? A perspective for behavioral addictions. *Frontiers In Behavioral Neuroscience*, 20, 1770895. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2026.1770895>
2. American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). American Psychiatric Publishing.
3. Arnett, J. J. (2000). Emerging adulthood : A theory of development from the late teens through the twenties. *American Psychologist*, 55(5), 469-480. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.55.5.469>
4. Baker, T. B., Brandon, T. H., & Chassin, L. (2004). Motivational Influences on Cigarette Smoking. *Annual Review Of Psychology*, 55(1), 463-491. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.55.090902.142054>
5. Baker, T. B., Piper, M. E., McCarthy, D. E., Majeskie, M. R., & Fiore, M. C. (2004). Addiction Motivation Reformulated : An Affective Processing Model of Negative Reinforcement. *Psychological Review*, 111(1), 33-51. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.111.1.33>
6. Betts, J. M., Dowd, A. N., Forney, M., Hetelekides, E., & Tiffany, S. T. (2020). A Meta-Analysis of Cue Reactivity in Tobacco Cigarette Smokers. *Nicotine & Tobacco Research*, 23(2), 249-258. <https://doi.org/10.1093/ntr/ntaa147>
7. Biocca, F., Harms, C., & Burgoon, J. K. (2003). Toward a more robust theory and measure of social presence: Review and suggested criteria. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(5), 456–480.
8. Blanca, M. J., Arnau, J., García-Castro, F. J., Alarcón, R., & Bono, R. (2023). Non-normal Data in Repeated Measures ANOVA: Impact on Type I Error and Power. *Psicothema*, 35(1), 21-29. <https://doi.org/10.7334/psicothema2022.292>
9. Bouchard, S., Robillard, G., & Renaud, P. (2009). Exploring new dimensions in the assessment of virtual reality induced side effects. *Journal of Computer and Information Technology*, 1, 20–32.
10. Bordnick, P. S., Graap, K. M., Copp, H. L., Brooks, J., Ferrer, M., & Logue, B. (2005). Virtual reality cue reactivity assessment in cigarette smokers. *CyberPsychology & Behavior*, 8(5), 487–492.

11. Carl, E., Stein, A. T., Levihn-Coon, A., Pogue, J. R., Rothbaum, B., Emmelkamp, P., Asmundson, G. J., Carlbring, P., & Powers, M. B. (2018). Virtual reality exposure therapy for anxiety and related disorders : A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal Of Anxiety Disorders*, 61, 27-36.
<https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2018.08.003>
12. Conklin, C. A., Robin, N., Perkins, K. A., Salkeld, R. P., & McClernon, F. J. (2008). Proximal versus distal cues to smoke : The effects of environments on smokers' cue-reactivity. *Experimental And Clinical Psychopharmacology*, 16(3), 207-214. <https://doi.org/10.1037/1064-1297.16.3.207>
13. Cortese, B. M., Uhde, T. W., LaRowe, S. D., Stein, S. V., Freeman, W. C., McClernon, F. J., Brady, K. T., & Hartwell, K. J. (2015). Olfactory cue reactivity in nicotine-dependent adult smokers. *Psychology of Addictive Behaviors*, 29(1), 91–96. <https://doi.org/10.1037/adb0000018>
14. Cox, L. S., Tiffany, S. T., & Christen, A. G. (2001). *Evaluation of the brief questionnaire of smoking urges (QSU-Brief) in laboratory and clinical settings*. *Nicotine & Tobacco Research*, 3(1), 7–16.
15. Di Chiara, G. (2000). Role of dopamine in the behavioural actions of nicotine related to addiction. *European Journal Of Pharmacology*, 393(1-3), 295-314. [https://doi.org/10.1016/s0014-2999\(00\)00122-9](https://doi.org/10.1016/s0014-2999(00)00122-9)
16. Di Chiara, G. (2002). Nucleus accumbens shell and core dopamine : differential role in behavior and addiction. *Behavioural Brain Research*, 137(1-2), 75-114. [https://doi.org/10.1016/s0166-4328\(02\)00286-3](https://doi.org/10.1016/s0166-4328(02)00286-3)
17. Drummond, D. C. (2001). *Theories of drug craving, ancient and modern*. *Addiction*, 96(1), 33-46. <https://doi.org/10.1046/j.1360-0443.2001.961333.x>
18. Dudley, J., Yin, L., Garaj, V., & Kristensson, P. O. (2023). Inclusive Immersion : a review of efforts to improve accessibility in virtual reality, augmented reality and the metaverse. *Virtual Reality*, 27(4), 2989-3020. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00850-8>
19. Fagerström, K. O., & Schneider, N. G. (1989). Measuring nicotine dependence: A review of the Fagerström Tolerance Questionnaire. *Journal of Behavioral Medicine*, 12(2), 159–182.
20. Etter, J.-F., Le Houezec, J., & Perneger, T. V. (1999). A self-administered questionnaire to measure dependence on cigarettes: The Cigarette Dependence Scale. *Addiction*, 94(5), 699–708.

21. Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2017). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychological Medicine*, 47(14), 2393-2400.
<https://doi.org/10.1017/s003329171700040x>
22. Gisle L, Demarest S. Enquête de santé 2023-2024 : Consommation de tabac. Bruxelles, Belgique : Sciensano ; 2025. Numéro de rapport : D/2025.14.440/74.
Disponible en ligne : www.enquetesante.be
23. Grassini, S., Laumann, K., & Luzi, A. K. (2021). Association of Individual Factors with Simulator Sickness and Sense of Presence in Virtual Reality Mediated by Head-Mounted Displays (HMDs). *Multimodal Technologies And Interaction*, 5(3), 7. <https://doi.org/10.3390/mti5030007>
24. Heatherton, T. F., Kozlowski, L. T., Frecker, R. C., & Fagerström, K. O. (1991). The Fagerström Test for Nicotine Dependence: A revision of the Fagerstrom Tolerance Questionnaire. *British Journal of Addiction*, 86(9), 1119–1127.
25. Heck, N., Wagener, A., & Simon, J. (2023). *Développement et validation d'une échelle francophone du sentiment de présence en réalité virtuelle*. Manuscrit universitaire, Université de Liège.
26. Herz, R. (2016). The Role of Odor-Evoked Memory in Psychological and Physiological Health. *Brain Sciences*, 6(3), 22. <https://doi.org/10.3390/brainsci6030022>
27. Kang, H., Nam, E. S., Lee, Y., & Kim, M. (2019). How Strong is the Evidence for the Anxiolytic Efficacy of Lavender ? : Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Asian Nursing Research*, 13(5), 295-305. <https://doi.org/10.1016/j.anr.2019.11.003>
28. Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203–220.
29. Kobus, K. (2003). Peers and adolescent smoking. *Addiction*, 98(s1), 37-55. <https://doi.org/10.1046/j.1360-0443.98.s1.4.x>
30. Kolk, S. M., & Rakic, P. (2021). Development of prefrontal cortex. *Neuropsychopharmacology*, 47(1), 41-57. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01137-9>

31. Koulivand, P. H., Ghadiri, M. K., & Gorji, A. (2013). Lavender and the Nervous System. *Evidence-based Complementary And Alternative Medicine*, 2013, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2013/681304>
32. Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO. (2013). *Guide méthodologique interne*. Université du Québec en Outaouais.
33. Leyrer-Jackson, J. M., Holter, M., Overby, P. F., Newbern, J. M., Scofield, M. D., Olive, M. F., & Gipson, C. D. (2020). Accumbens Cholinergic Interneurons Mediate Cue-Induced Nicotine Seeking and Associated Glutamatergic Plasticity. *eNeuro*, 8(1), ENEURO.0276-20.2020. <https://doi.org/10.1523/eneuro.0276-20.2020>
34. López-Guerrero, J., Navas, J. F., Perales, J. C., Rivero, F. J., & Muela, I. (2023). *The Interrelation Between Emotional Impulsivity, Craving, and Symptoms Severity in Behavioral Addictions and Related Conditions : a Theory-Driven Systematic Review*. *Current Addiction Reports*, 10(4), 718-736. <https://doi.org/10.1007/s40429-023-00512-4>
35. Mallari, B., Spaeth, E. K., Goh, H., & Boyd, B. S. (2019). < ; p> ; Virtual reality as an analgesic for acute and chronic pain in adults : a systematic review and meta-analysis< ; /p> ; *Journal Of Pain Research, Volume 12*, 2053-2085. <https://doi.org/10.2147/jpr.s200498>
36. Marlatt, G. A., & Gordon, J. R. (1985). *Relapse prevention : Maintenance Strategies in the Treatment of Addictive Behaviors*. Guilford Press.
37. Miele, C., Cabé, J., Cabé, N., Bertsch, I., Brousse, G., Pereira, B., Moulin, V., & Barrault, S. (2023). Measuring craving : A systematic review and mapping of assessment instruments. What about sexual craving? *Addiction*, 118(12), 2277-2314. <https://doi.org/10.1111/add.16287>
38. Parsons, T. D. (2015). *Virtual Reality for Enhanced Ecological Validity and Experimental Control in the Clinical, Affective and Social Neurosciences*. *Frontiers In Human Neuroscience*, 9, 660. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00660>
39. Pericot-Valverde, I., Germeroth, L. J., & Tiffany, S. T. (2016). The Use of Virtual Reality in the Production of Cue-Specific Craving for Cigarettes : A Meta-Analysis. *Nicotine & Tobacco Research*, 18(5), 538-546. <https://doi.org/10.1093/ntr/ntv216>
40. Perski, O., Kwasnicka, D., Kale, D., Schneider, V., Szinay, D., Hoor, G. T., Asare, B. Y., Verboon, P., Powell, D., Naughton, F., & Keller, J. (2023). Within-person associations between psychological and contextual factors and lapse incidence in smokers attempting to quit : A systematic review and meta-analysis of ecological

- momentary assessment studies. *Addiction*, 118(7), 1216-1231. <https://doi.org/10.1111/add.16173>
41. Peters, K. Z., & Naneix, F. (2022). The role of dopamine and endocannabinoid systems in prefrontal cortex development : Adolescence as a critical period. *Frontiers In Neural Circuits*, 16, 939235. <https://doi.org/10.3389/fncir.2022.939235>
 42. Philippot, P. (2011). *Émotion et psychothérapie*. (2e éd.). Mardaga. <https://shs.cairn.info/emotion-et-psychotherapie--9782804700720?lang=fr>.
 43. Picciotto, M. R., & Kenny, P. J. (2020). Mechanisms of Nicotine Addiction. *Cold Spring Harbor Perspectives In Medicine*, 11(5), a039610. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a039610>
 44. Power, M. (2006). The structure of emotion : an empirical comparison of six models. *Cognition and Emotion*, 20, 694-713.
 45. Power, M. (2010). *Emotion-focused cognitive therapy*. Chichester, UK : Wiley.
 46. Québec sans tabac. (2024). Composants chimiques du tabac. <https://www.quebecsanstabac.ca/je-minforme/tabac-toutes-formes/composants-chimiques-tabac>
 47. Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2019). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education : *Design elements, lessons learned, and research agenda*. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
 48. Rahmani, N., Rahimi, A., Iturralde, K., & Zawertailo, L. (2024). Attentional bias in tobacco use disorder using eye tracking : A systematic review. *Drug And Alcohol Dependence Reports*, 13, 100294. <https://doi.org/10.1016/j.dadr.2024.100294>
 49. Renaville, I. (2024). Quelles différences entre la santé mentale des jeunes adultes et celle de leurs aînés ? État des lieux et perspectives cliniques. Mémoire de master en sciences psychologiques, Université de Liège.
 50. Robinson, T. (1993). The neural basis of drug craving : An incentive-sensitization theory of addiction. *Brain Research Reviews*, 18(3), 247-291. [https://doi.org/10.1016/0165-0173\(93\)90013-p](https://doi.org/10.1016/0165-0173(93)90013-p)
 51. Robinson, T. E., & Berridge, K. C. (2024). *The Incentive-Sensitization Theory of Addiction 30 Years On*. *Annual Review Of Psychology*, 76(1), 29-58. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-011624-024031>

52. Sayette, M. A., Marchetti, M. A., Herz, R. S., Martin, L. M., & Bowdring, M. A. (2019). Pleasant olfactory cues can reduce cigarette craving. *Journal Of Abnormal Psychology*, 128(4), 327-340. <https://doi.org/10.1037/abn0000431>
53. Sayette, M. A., & Parrott, D. J. (1999). Effects of olfactory stimuli on urge reduction in smokers. *Experimental And Clinical Psychopharmacology*, 7(2), 151-159. <https://doi.org/10.1037/1064-1297.7.2.151>
54. Sayette, M. A., Shiffman, S., Tiffany, S. T., Niaura, R. S., Martin, C. S., & Schadel, W. G. (2000). The measurement of drug craving. *Addiction*, 95(8s2), 189-210. <https://doi.org/10.1046/j.1360-0443.95.8s2.8.x>
55. Sciensano. (2023). *Enquête de santé 2018 : Comportements tabagiques des jeunes en Belgique*. Bruxelles : Sciensano.
56. Segawa, T., Baudry, T., Bourla, A., Blanc, J., Peretti, C., Mouchabac, S., & Ferreri, F. (2020). Virtual Reality (VR) in Assessment and Treatment of Addictive Disorders : A Systematic Review. *Frontiers In Neuroscience*, 13, 1409. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.01409>
57. Slater, M. (2003). A note on presence terminology. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(5), 1–6.
58. Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions Of The Royal Society B Biological Sciences*, 364(1535), 3549-3557. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138>
59. Slater, M., Banakou, D., Beacco, A., Gallego, J., Macia-Varela, F., & Oliva, R. (2022). A Separate Reality : An Update on Place Illusion and Plausibility in Virtual Reality. *Frontiers In Virtual Reality*, 3. <https://doi.org/10.3389/frvir.2022.914392>
60. Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. *Frontiers In Robotics And AI*, 3. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>
61. Steinberg, L. D. (2014). *Age of Opportunity : Lessons from the New Science of Adolescence*. Houghton Mifflin Harcourt.
62. Tamburin, S., Lago, D. D., Armani, F., Turatti, M., Saccà, R., Campagnari, S., & Chiamulera, C. (2020). Smoking-related cue reactivity in a virtual reality setting : association between craving and EEG measures. *Psychopharmacology*, 238(5), 1363-1371. <https://doi.org/10.1007/s00213-020-05733-3>
63. Tiffany, S. T., & Drobes, D. J. (1991). *The development and initial validation of a questionnaire on smoking urges*. *British Journal of Addiction*, 86(11), 1467–1476.

64. Toulami, M., Ghasemi, K., Rafei, P., Sangchooli, A., Nafissi, N., Zonoozi, A. K., Ardabili, H. M., Ebrahimi, M., Rezapour, T., & Ekhtiari, H. (2025). Craving self-reports as outcome measures in drug addiction trials : A systematic review of ClinicalTrials.gov. *Addiction*, 120(10), 1931-1950. <https://doi.org/10.1111/add.70064>
65. U.S. Department of Health and Human Services (2012). *Preventing tobacco use among youth and young adults: A report of the Surgeon General*. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health.
66. U.S. Department of Health and Human Services. (2020). *Smoking cessation: A report of the Surgeon General*. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health.
67. U.S. Department of Health and Human Services. (2020). *Smoking cessation: A report of the Surgeon General*. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention
68. Vafaie, N., & Kober, H. (2022). *Association of Drug Cues and Craving With Drug Use and Relapse*. *JAMA Psychiatry*, 79(7), 641. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2022.1240>
69. Volkow, N. D., Koob, G. F., & McLellan, A. T. (2016). Neurobiologic Advances from the Brain Disease Model of Addiction. *New England Journal Of Medicine*, 374(4), 363-371. <https://doi.org/10.1056/nejmra1511480>
70. World Health Organization. (2021). *WHO report on the global tobacco epidemic 2021: Addressing new and emerging products*. World Health Organization.
71. World Health Organization. (2025, May 19). *Status of tobacco use in the Region*. World Health Organization.

Grille d'utilisation des intelligences artificielles génératives pour le mémoire et le travail préparatoire à la recherche (TPR)

Dans ce cours, l'utilisation des IA Génératives pour ...	Utilisation autorisée	Utilisation de l'étudiant	Nom de/des IA générative(s) utilisée(s)
Aider à la rédaction du plan et de la structure du travail	✓	Non	
Vérifier l'orthographe et la grammaire	✓	Oui	Reverso, Quillbot
Reformuler le contenu de votre travail ou améliorer le style	✓	Oui	Chatgpt, Quillbot
Traduire une autre langue	✓	Oui	Reverso, Chatgpt
Aider à la planification et gestion de projet	✓	Non	
Obtenir des informations générales sur un sujet, expliquer et approfondir la compréhension de concepts	✓	Oui	Gemini
Faire un brainstorming et évaluer ses propres idées, pour trouver d'autres perspectives ou des contre-arguments	✓	Oui	Chatgpt
Aider à la recherche documentaire	✓	Oui	Gemini, Chatgpt
Aider à la synthèse de la littérature	✓	Non	
Aider à la formulation de questions de recherche et d'hypothèses	✓	Non	
Aider à l'analyse de données (identification d'analyses à réaliser)	✓	Non	
Aider à l'interprétation des résultats	✓	Oui	Gemini
Aider au respect des normes APA de la liste des références	✓	Oui	Scribbr
Aider à la programmation de code et au débogage	✓	Oui	Chatgpt
Générer un feedback critique et révision	✓	Oui	Gemini, Chatgpt, Copilot
Créer du contenu multimédia, par exemple des images, des vidéos, des animations ou du son (mais toujours expliquer l'utilisation des IA)	✓	Non	

Générer le contenu du travail à partir de mots clés, d'un thème ou d'une question de départ sans vérification et appropriation personnelle	✗	Non	
Reproduire ou reformuler du contenu existant sans citer la source (plagiat)	✗	Non	
Falsifier, créer des données	✗	Non	
Générer des références bibliographiques sans en contrôler l'existence ou l'exactitude	✗	Non	
Utiliser dans une IA des données non anonymisées issues de l'étude (participants, résultats, verbatim, etc.)	✗	Non	

Je, soussigné Anya Vadala
(nom et prénom), déclare sur l'honneur avoir complété la grille avec exactitude et honnêteté, en toute bonne foi.

Légende :

✓ = L'utilisation des IA Génératives est autorisée (ce qui ne veut pas dire qu'elle est encouragée. Voir ci-dessous)

✗ = L'utilisation des IA Génératives n'est pas autorisée, les infractions entraîneront des sanctions.

n.a = Non-applicable pour ce cours

L'étudiant remplit sa colonne par « Oui » ou par « Non » en fonction de s'il a utilisé ou non une IA générative.

***Attention :** le fait que certaines pratiques soient autorisées ne signifie pas que l'on attende ou que l'on encourage l'utilisation d'IA Génératives pour cette évaluation. Dans de nombreuses situations, vous obtiendrez probablement de meilleurs résultats sans utiliser d'IA Génératives.

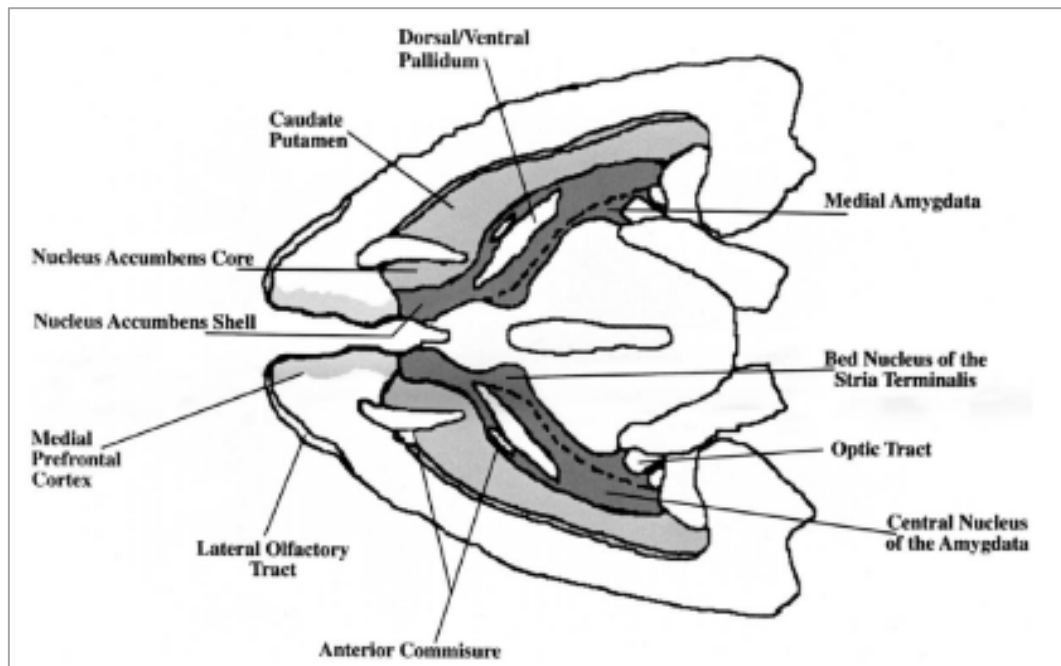
Cette grille est une adaptation du « Tableau d'utilisation des IA Génératives » de la Faculté des Arts et des Sciences Sociales (FASoS) de l'Université de Maastricht.

Document relatif aux apports individuels et à la contribution de chaque étudiante :

	Amélie	Anya
Élaboration de la problématique et des hypothèses	50%	50%
Recherche bibliographique et sélection des articles	50%	50%
Élaboration du protocole expérimental	50%	50%
Recueil et encodage des données	50%	50%
Analyses statistiques	55%	45%
Rédaction de l'introduction	50 %	50%
Rédaction de la méthodologie	50 %	50 %
Rédaction des résultats	65%	35%
Mise en forme et relecture finale	50%	50%
Discussion	Individuel	Individuel

Annexes :

Annexe 1 : Localisation des régions cérébrales décrites par Di Chiara (2000)



Le complexe striatal, les subdivisions shell et core du noyau accumbens et l'amygdale étendue. Repris de Di Chiara (2000).

Annexe 2 : Illustrations des environnements virtuels utilisés dans le protocole expérimental



Figure 1 : Capture d'écran de l'environnement cinéma. Cette image représente la première tâche, qui consiste à repérer l'objet entouré en jaune dans la scène du cinéma



Figure 2: Capture d'écran de l'environnement café. Cette image représente la première tâche, qui consiste à repérer l'objet entouré en jaune dans la scène du café



Figure 3: Capture d'écran de l'environnement parc. Cette image représente la première tâche, qui consiste à repérer l'objet entouré en jaune dans le décor du parc.

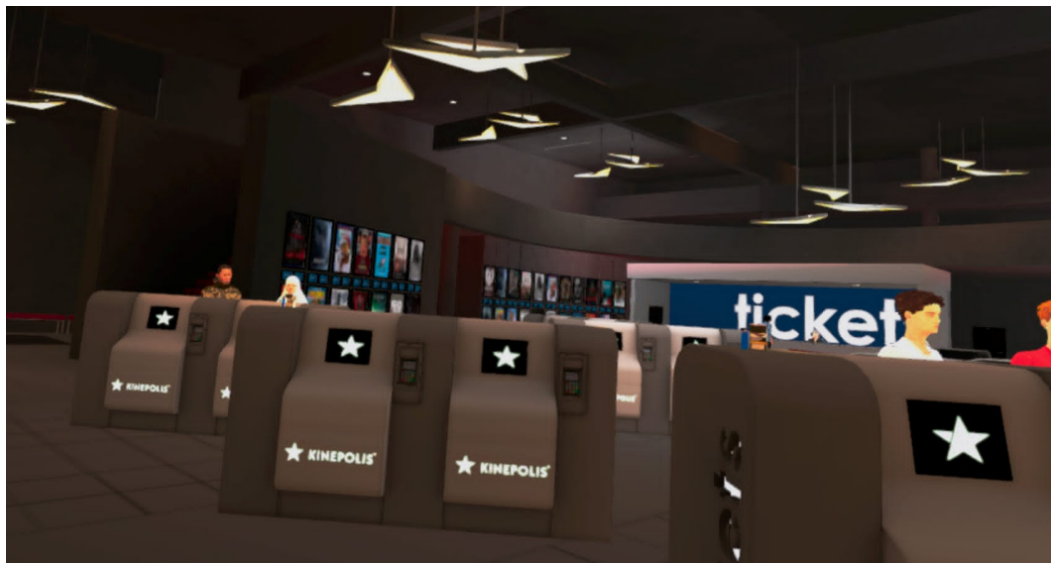




Fig. 4 et 5 : Capture d'écran de l'environnement cinéma. Cette image illustre l'apparition des premiers indices tabacogènes, tels qu'un paquet de cigarettes, un briquet, un cendrier ou un avatar en train de fumer.





Figure 5 et 6 : Capture d'écran de l'environnement café. Cette image montre l'apparition des indices tabacogènes, tels qu'un paquet de cigarettes posé sur une table, un cendrier ou un avatar en train de fumer.





Fig. 7 et 8 : Capture d'écran de l'environnement parc. Cette image illustre l'apparition des indices tabacogènes, tels qu'un mégot au sol, un briquet ou un avatar assis sur un banc en train de fumer.



Figure 9 : Capture d'écran de l'environnement cinéma. Cette image montre l'avatar fumeur qui s'approche du participant et lui propose une cigarette, interaction à laquelle le participant doit répondre « Non ».



Figure 10 : Capture d'écran de l'environnement café. Cette image montre l'avatar fumeur qui s'approche du participant et lui propose une cigarette, interaction à laquelle le participant doit répondre « Non ».



Figure 11 : Capture d'écran de l'environnement parc. Cette image montre l'avatar fumeur qui s'approche du participant et lui propose une cigarette, interaction à laquelle le participant doit répondre « Non ».

Annexe 3 : Chronologie des mesures du craving au cours d'une séance expérimentale en réalité virtuelle.

AVANT :

Mesure initiale du craving (QSU-Brief) avant toute exposition en réalité virtuelle



Première exposition en réalité virtuelle

Exposition aux indices tabagiques :

- indices visuels liés au tabagisme
- indices sociaux (présence d'autres personnes, interactions sociales liées au tabac)



PENDANT

Deuxième mesure du craving (QSU-Brief) après l'exposition aux indices tabagiques



Deuxième exposition en réalité virtuelle

Nouvelle exposition aux indices tabagiques avec introduction du stimulus olfactif :

- condition Lavande (odeur relaxante)
- condition Iode (odeur neutre)



APRÈS

Troisième mesure du craving (QSU-Brief) après l'exposition aux indices tabagiques associée au stimulus olfactif

Annexe 4 : Questionnaire of Smoking Urges-Brief (QSU-Brief)

QSU-brief								
Veuillez lire chaque affirmation ci-dessous et entourer la réponse qui décrit le mieux ce que vous ressentez en ce moment.								
		Pas du tout d'accord		Ni d'accord, ni en désaccord			Tout à fait d'accord	
		1	2	3	4	5	6	7
1.	J'ai envie d'une cigarette en ce moment							
2.	Il n'y a rien de mieux que de fumer une cigarette en ce moment							
3.	Si c'était possible, je fumerais probablement maintenant							
4.	Je pourrais mieux contrôler les choses en ce moment si je pouvais fumer							

Repris du QSU-Brief (*Questionnaire on Smoking Urges* – version courte), une version abrégée et validée du questionnaire original de Tiffany et Drobes (1991), développée par Cox, Tiffany et Christen (2001)

Annexe 5 : Fagerström Test for Nicotine Dependence (FTND)

<u>Test de Fagerström (complet)</u>	
1. Le matin, combien de temps après vous être réveillé fumez-vous votre première cigarette ?	
- Dans les 5 minutes	3
- 6 à 30 minutes	2
- 31 à 60 minutes	1
- Plus de 60 minutes	0
2. Trouvez-vous qu'il est difficile de vous abstenir de fumer dans les endroits où c'est interdit (par exemple cinémas, bibliothèques) ?	
- Oui	1
- Non	0

Repris du FTND (*Fagerström Test for Nicotine Dependence*), une version révisée et validée du questionnaire original de Karl Fagerström (1978), développée par T. F. Heatherton (1991)

Annexe 6 : Questionnaire sur les cybermalaises



Questionnaire sur les cybermalaises*
Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO
(Traduit de Kennedy, R.S. et al., 1993)

Numéro _____ Date _____

Consignes : Encerclez à quel point chaque symptôme ci-dessous vous affecte présentement.

1. Inconfort général	<u>Pas du tout</u>	<u>Un peu</u>	<u>Modérément</u>	<u>Sévèrement</u>
2. Fatigue	<u>Pas du tout</u>	<u>Un peu</u>	<u>Modérément</u>	<u>Sévèrement</u>
3. Mal de tête	<u>Pas du tout</u>	<u>Un peu</u>	<u>Modérément</u>	<u>Sévèrement</u>
4. Fatigue des yeux	<u>Pas du tout</u>	<u>Un peu</u>	<u>Modérément</u>	<u>Sévèrement</u>

Repris du questionnaire sur les cybermalaises, traduit du Simulator Sickness Questionnaire de Kennedy et al. (1993)

Annexe 7 : Questionnaire de présence

Echelle de Likert en 7 points :

- 1 = Tout à fait en désaccord
- 2 = En désaccord
- 3 = Légèrement en désaccord
- 4 = Ni en accord, ni en désaccord
- 5 = Légèrement en accord
- 6 = En accord
- 7 = Tout à fait en accord

2_1. J'avais l'impression d'être « là », dans l'environnement immersif

2_2. L'environnement virtuel me semblait réel

2_3. J'ai eu le sentiment d'interagir avec d'autres êtres humains

2_4. Je me suis senti psychologiquement connecté aux autres individus

2_5. J'ai eu l'impression d'être présent•e dans l'environnement

Repris du questionnaire de présence développé et validé par Heck, Wagener et Simon (ULiège) (2023)

Annexe 8 : Questionnaire des émotions de base

Questionnaire des émotions de base

Le but de ce questionnaire est d'établir l'intensité et la fréquence avec lesquelles vous éprouvez certaines émotions et ensuite de poser certaines questions sur la manière dont vous vous sentez pendant des émotions spécifiques.

La première partie du questionnaire explore ce que vous avez ressenti AU COURS DE LA DERNIÈRE SEMAINE.

Pour chaque émotion, veuillez entourer un chiffre (et pas plus) entre 1 et 7 pour indiquer ce que vous avez ressenti.

DURANT LA SEMAINE DERNIÈRE, JE ME SUIS SENTI :

	pas du tout		à certains moments			tout le temps	
EN COLÈRE	1	2	3	4	5	6	7
DÉSESPÉRÉ(E)	1	2	3	4	5	6	7
HONTEUX(SE)	1	2	3	4	5	6	7

Dans la seconde partie de ce questionnaire, je voudrais savoir comment vous vous sentez **EN GÉNÉRAL**.

Il s'agit de savoir **LA FRÉQUENCE** avec laquelle vous ressentez cette émotion.

À NOUVEAU, pour chaque émotion, veuillez entourer un chiffre (et pas plus) entre 1 et 7 pour indiquer ce que vous ressentez

EN GÉNÉRAL, JE ME SENS :

	jamais		parfois			très souvent	
EN COLÈRE	1	2	3	4	5	6	7
DÉSESPÉRÉ(E)	1	2	3	4	5	6	7
HONTEUX(SE)	1	2	3	4	5	6	7

La troisième partie de ce questionnaire examine le sentiment que vous avez de bien ou mal gérer certaines émotions. Par exemple, vous pouvez vous sentir totalement submergé, sans contrôle face à une émotion.

Attention : même si vous n'éprouvez **jamais** une émotion particulière, veuillez répondre à la question en imaginant comment vous réagiriez si vous ressentiez cette émotion.

À NOUVEAU, pour chaque émotion, veuillez entourer un chiffre (et pas plus) entre 1 et 7 pour indiquer ce que vous ressentez.

QUAND JE SUIS...

	je gère très bien					je gère très mal	
EN COLÈRE	1	2	3	4	5	6	7
DÉSESPÉRÉ(E)	1	2	3	4	5	6	7
HONTEUX(SE)	1	2	3	4	5	6	7

Repris du Questionnaire des émotions de base, présenté dans l'ouvrage Émotion et psychothérapie de Philippot (2011) et développé à partir des travaux de Power (2006, 2010)

Annexe 9 : Tests de normalité

<i>Variables</i>	N	M ± ET	W (Shapiro-Wilk)	p	Distribution normale ?
<i>SI : QSU-Brief 1 Avant</i>	24	30,42 ± 12,18	0,975	.782	Oui
<i>SI : FTND</i>	24	2,79 ± 2,25	0,907	.031	Non
<i>SI : QSU-Brief 2 Pendant</i>	24	33,50 ± 15,52	0,929	.093	Oui
<i>SI : Sentiment de présence</i>	24	67,09 ± 17,47	0,971	.705	Oui

<i>S1 : Cybermalaise</i>	24	5,50 ± 7,08	0,765	< .001	Non
<i>S1 : QSU-Brief 3</i> <i>Après</i>	24	30,92 ± 13,51	0,966	.567	Oui
<i>S2 : QSU-Brief 1</i> <i>Avant</i>	21	26,48 ± 11,04	0,952	.376	Oui
<i>S2 : FTND</i>	21	3,00 ± 2,10	0,911	.058	Oui
<i>S2 : QSU-Brief 2</i> <i>Pendant</i>	21	29,52 ± 12,50	0,934	.163	Oui
<i>S2 : Sentiment de</i> <i>présence</i>	21	64,90 ± 15,93	0,914	.078	Oui
<i>S2 : Cybermalaise</i>	21	2,95 ± 3,25	0,821	.001	Non
<i>S2 : QSU-Brief 3</i> <i>Après</i>	21	26,43 ± 12,75	0,920	.087	Oui
<i>S3 : QSU-Brief 1</i> <i>Avant</i>	18	26,58 ± 10,58	0,935	.210	Oui
<i>S3 : FTND</i>	18	2,53 ± 1,90	0,934	.204	Oui
<i>S3 : QSU-Brief 2</i> <i>Pendant</i>	18	30,47 ± 12,85	0,885	.026	Non
<i>S3 : Sentiment de</i> <i>présence</i>	18	64,89 ± 13,65	0,933	.216	Oui
<i>S3 : Cybermalaise</i>	18	2,37 ± 3,58	0,727	< .001	Non
<i>S3 : QSU-Brief 3</i> <i>Après</i>	18	27,26 ± 12,33	0,922	.121	Oui

<i>S4 : QSU-Brief 1 Avant</i>	18	24,17 ± 9,76	0,949	.405	Oui
<i>S4 : FTND</i>	18	1,94 ± 1,66	0,902	.063	Oui
<i>S4 : QSU-Brief 2 Pendant</i>	18	27,89 ± 10,53	0,927	.175	Oui
<i>S4 : Sentiment de présence</i>	18	63,44 ± 17,77	0,964	.671	Oui
<i>S4 : Cybermalaise</i>	18	2,00 ± 2,93	0,709	< .001	Non
<i>S4 : QSU-Brief 3 Après</i>	18	25,72 ± 10,51	0,946	0.361	Oui

Annexe 10 : Caractéristiques sociodémographiques et tabagiques de l'échantillon

<i>Echantillons (N=24)</i>		
	Condition expérimentale Lavande (N=12)	Condition contrôle Iode (N=12)
<i>Age moyen</i>	22,9 ans	21,9 ans
<i>Sexe</i>		
<i>Homme</i>	7 (58,3 %)	7 (58,3 %)
<i>Femme</i>	5 (41,7 %)	5 (41,7 %)

<i>Durée fumer</i>	> 6 mois	> 6 mois
<i>Quantité de cigarettes fumées par jours</i> <i>Entre 5 et 10</i>	7 (58,3 %)	8 (66,7 %)
<i>Entre 11 et 20</i>	5 (41,7 %)	4 (33,3 %)

Annexe 11 : Respect de la consigne expérimentale

<i>Séances</i>	Condition expérimentale Lavande	Condition contrôle Iode	Total
<i>S1</i>	12/12 (100,0 %)	11/12 (91,7 %)	23/24 (95,8 %)
<i>S2</i>	10/12 (83,3%)	8/9 (88,9 %)	18/21 (85,7 %)
<i>S3</i>	10/11 (90,9 %)	6/8 (75 %)	16/18 (88,9%)
<i>S4</i>	11/11(100,0 %)	6/7 (85,7 %)	17/18 (94,4 %)

Annexe 12 : Profil émotionnel des participants

<i>Dimension</i>	Colère	Tristesse	Culpabilité	Peur	Joie	Dégoût
<i>Semaine dernière</i>	$\bar{x} = 2,71$ $s = 1,17$	$\bar{x} = 1,97$ $s = 1,15$	$\bar{x} = 1,61$ $s = 0,89$	$\bar{x} = 4,04$ $s = 1,64$	$\bar{x} = 4,67$ $s = 1,27$	$\bar{x} = 1,58$ $s = 0,88$
<i>En général</i>	$\bar{x} = 2,48$ $s = 1,00$	$\bar{x} = 1,88$ $s = 1,06$	$\bar{x} = 1,60$ $s = 0,85$	$\bar{x} = 3,80$ $s = 1,63$	$\bar{x} = 4,95$ $s = 1,28$	$\bar{x} = 2,08$ $s = 1,25$
<i>Gestion des émotions</i>	$\bar{x} = 3,66$ $s = 1,39$	$\bar{x} = 3,45$ $s = 1,48$	$\bar{x} = 3,61$ $s = 1,66$	$\bar{x} = 4,19$ $s = 1,63$	$\bar{x} = 1,70$ $s = 0,86$	$\bar{x} = 2,58$ $s = 1,47$

Annexe 13 : Comparaison du profil émotionnel avec l'échantillon de référence

Émotion	<i>Notre échantillon M (ET)</i>	<i>Jeunes adultes de référence M (ET)</i>	p corrigée
État			
Colère	2,71 (1,17)	3,40 (1,14)	.065
Tristesse	1,97 (1,15)	3,31 (1,35)	< .001

Culpabilité	1,61 (0,89)	2,67 (1,27)	< .001
Peur	4,04 (1,64)	4,75 (1,20)	.135
Joie	4,67 (1,27)	4,73 (1,34)	.857
Dégoût	1,58 (0,88)	2,42 (1,26)	.006
Trait			
Colère	2,48 (1,00)	2,88 (1,11)	.374
Tristesse	1,88 (1,06)	2,97 (1,29)	.002
Culpabilité	1,60 (0,85)	2,39 (1,12)	.007
Peur	3,80 (1,63)	4,55 (1,35)	.235
Joie	4,95 (1,28)	4,95 (1,20)	.995
Dégoût	2,08 (1,25)	2,36 (1,26)	.756

Note. Les données de référence proviennent de Renaville (2024) et concernent un groupe de jeunes adultes (N = 50). Les scores ont été rendus comparables à ceux de la présente étude. Les valeurs de p ont été corrigées selon la procédure de Holm pour les six comparaisons réalisées pour chaque dimension (état et trait).

Annexe 14 : Sentiment de présence au cours des quatre séances

Séances	n	$\bar{x}$	s	Médiane	Min	Max
S1	24	67,09	17,47	69,00	38	102
S2	21	64,90	15,93	63,50	28	89
S3	18	64,89	13,65	64,00	32	91
S4	18	63,44	17,77	66,50	29	95

Annexe 15 : Cybermalaise au cours des quatre séances

Séances	n	$\bar{x}$	s	Médiane	Min	Max
S1	24	5,50	7,08	2,00	0	23
S2	21	2,95	3,25	1,00	0	9
S3	18	2,37	3,58	0,00	0	12
S4	18	2,00	2,93	0,50	0	8

Annexe 16 : Intensité perçue de l'odeur selon la condition expérimentale

Condition	Lavande (expérimentale)	Iode (contrôle)
Moyenne odeur (/10)	6,63	6,15
Écart-type	1,29	1,97

Annexe 17 : Effet de l'exposition aux stimuli tabagiques sur le craving (Avant vs Pendant)

Temps	Craving , M (ET)	Test statistique
Avant l'exposition	26,58 (9,32)	
Pendant l'exposition	29,67 (10,82)	
Effet du Temps		F(1,17) = 10,91, p = .004 *

*Note. $p < .05$.

Annexe 18 : Effet de l'introduction du stimulus olfactif sur le craving (Pendant vs Après)

<i>Condition</i>	Pendant, M (ET)	Après, M (ET)
<i>Iode</i>	31,54 (11,37)	32,32 (10,89)
<i>Lavande</i>	28,48 (10,84)	24,43 (10,00)

<i>Effets</i>	Test statistique
<i>Temps</i>	F(1,16) = 1,61, p = .222
<i>Condition</i>	F(1,16) = 1,19, p = .291
<i>Temps × Condition</i>	F(1,16) = 3,54, p = .078

Annexe 19 : Évolution du craving au cours des quatre séances expérimentales

Séances	Lavande, M (ET)	Iode, M (ET)	Craving, M (ET)
S1	31,42 (13,54)	31,52 (13,67)	31,46 (13,59)
S2	24,55 (11,11)	29,00 (11,79)	26,28 (11,37)
S3	26,54 (11,95)	30,29 (11,18)	28,00 (11,67)
S4	24,12 (10,25)	28,76 (8,56)	25,93 (9,65)

Effets	Test statistique
Effet Séance	F(3,48) = 1,84, p = .153
Effet Condition	F(1,16) = 0,45, p = .511

Séance × Condition	$F(3,48) = 0,39, p = .759$
---------------------------	----------------------------

Note. (Tous les $p > .05$).

Annexe 20 : Évolution des scores de dépendance tabagique (FTND)

Séances	Lavande, M (ET)	Iode, M (ET)	FTND, M (ET)
S1	3,27 (2,00)	2,00 (2,31)	2,78 (2,07)
S2	3,09 (2,02)	2,29 (1,89)	2,78 (1,99)
S3	2,73 (1,85)	1,86 (1,95)	2,39 (1,85)
S4	1,82 (1,54)	2,29 (1,60)	2,00 (1,54)

Effets	Test statistique
Effet Séance	$F(2,17 ; 34,73) = 3,52, p = .037$
Effet Condition	$F(1,16) = 0,21, p = .655$
Séance × Condition	$F(2,17 ; 34,73) = 1,40, p = .261$

Annexe 21 : Influence du ressenti subjectif de l'odeur sur la diminution du craving :

Ressenti de l'odeur	Diminution du craving, M (ET)
Ressenti neutre ou négatif	-0,13 (6,14)
Ressenti positif	4,00 (7,98)

Effets	Test statistique
Différence entre les groupes	$t(70) = -2,41, p = .019 *$

*Note. $p < .05$.

Annexe 22 : Effet de l'expérimentateur :

Séances	Amélie, M	Anya, M
S1	27,79	36,13
S2	20,37	34,89
S3	22,25	36,17
S4	21,14	33,12

Effets	Test statistique
Effet Expérimentateur	$F(1,14) = 9,61, p = .0078 *$
Effet Condition	$F(1,14) = 0,79, p = .3878$
Condition $\times$ Expérimentateur	$F(1,14) = 0,01, p = .9238$

Séance × Expérimentateur	$F(2,19 ; 30,64) = 0,61, p = .5910$
---------------------------------	-------------------------------------

*Note. $p < .05$.

Annexe 23 : Relation entre le sentiment de présence et le cybermalaise

	Corrélation de Spearman
Relation entre le sentiment de présence et le cybermalaise	$\rho = -0,053, p = .835$