



**HAL**  
open science

# Inconfort des patients en service d'anesthésie-réanimation. Quelle place pour la réalité virtuelle en tant qu'outil de distraction ?

Camille Schmisser

## ► To cite this version:

Camille Schmisser. Inconfort des patients en service d'anesthésie-réanimation. Quelle place pour la réalité virtuelle en tant qu'outil de distraction ?. Sciences pharmaceutiques. 2023. dumas-04262414

**HAL Id: dumas-04262414**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04262414>**

Submitted on 27 Oct 2023

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

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



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



# UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques

## **Inconfort des patients en service d'anesthésie-réanimation. Quelle place pour la réalité virtuelle en tant qu'outil de distraction ?**

### **THÈSE**

présentée à la Faculté de Pharmacie de Montpellier  
en vue d'obtenir  
le Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie

par

**Camille SCHMISSER**

soutenue le 15 septembre 2023

Président Pr. GARRIC Xavier, Professeur, PU-PH et Docteur en Pharmacie

Assesseurs Mme MARTIN Sarah, Docteur en Pharmacie, Pharmacien d'officine

Mme LOTTEAU Sabine, Docteur en Physiologie, Clinical Research Scientist

# Remerciements

**A Monsieur le Professeur Xavier GARRIC,**

**Docteur en Pharmacie, PU-PH au CHU de Nîmes et Professeur des Universités à la faculté de Pharmacie de Montpellier,**

Qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de cette thèse,

Je tiens à lui exprimer toute ma gratitude pour avoir également accepté d'en être le directeur sans aucune hésitation.

Je lui adresse mes profonds remerciements pour sa bienveillance, sa réactivité, la qualité de son encadrement et son implication dans mon parcours universitaire et professionnel. Après m'avoir fait découvrir la passionnante industrie des dispositifs médicaux, il a su me guider et me conseiller avec beaucoup de pédagogie, participant vivement à mon épanouissement professionnel actuel.

Qu'il soit assuré de ma profonde reconnaissance et de mon admiration pour l'ensemble des missions menées dans le cadre de ses diverses fonctions.

**A Madame Sarah MARTIN,**

**Docteur en Pharmacie et Pharmacien d'officine,**

Qui m'a fait l'honneur d'accepter de faire partie du jury de cette thèse,

Je la remercie pour ses précieux conseils qui m'ont permis d'aborder la rédaction de cette thèse avec plus de sérénité, pour ses messages de réconfort et de motivation et surtout, pour son amitié sincère pendant toutes ces années d'étude.

Qu'elle soit assurée de mon amitié indéfectible.

**A Madame Sabine LOTTEAU,**

**Docteur en Physiologie et Clinical Research Scientist,**

Qui m'a fait l'honneur d'accepter de faire partie du jury de cette thèse,

Je la remercie chaleureusement pour le temps qu'elle a consacré à la relecture de cette thèse, pour ses conseils avisés et sa réflexion critique qui m'ont permis d'améliorer la qualité de mon travail.

Qu'elle soit assurée de toute mon amitié et de ma respectueuse considération.

**A Monsieur le Professeur Gérald CHANQUES,**

**Anesthésiste-Réanimateur et Vice-Doyen de la faculté de Médecine de Montpellier,**

Qui m'a encadré lors de mon stage hospitalo-universitaire de 5<sup>ème</sup> année d'étude et m'a permis d'être impliquée dans l'investigation clinique qui a conditionné le choix du sujet de cette thèse. Mon intérêt pour les dispositifs médicaux et les technologies innovantes se sont significativement concrétisés lors de ce stage.

Je tiens à le remercier chaleureusement pour le temps précieux qu'il a consacré à échanger ensemble sur cette thèse, pour son savoir et sa patience.

Qu'il soit assuré de ma sincère et reconnaissante sympathie.

**A mes parents,**

Qui m'ont permis de réaliser ces études dans les meilleures conditions possibles, Je tiens à leur adresser toute ma gratitude pour leur dévouement, leur confiance et leur amour infailible qui ont façonné la personne que je suis devenue et m'ont permis de persévérer et de croire en mes capacités.

Je suis profondément reconnaissante de leur investissement et présence à mes côtés tout au long de ce voyage et partage naturellement le succès de cette thèse avec eux. Qu'ils reçoivent mes plus affectueux remerciements et ma reconnaissance éternelle.

**A ma grande sœur,**

Qui m'accompagne dans toutes les étapes de ma vie, Je lui adresse mes profonds remerciements pour son soutien inestimable qui a constitué une véritable source de réconfort et de stabilité tout au long de mes études. Sa passion pour la connaissance et son engagement dans ses propres études ont toujours été des exemples que j'ai admirés et suivis.

**A mon partenaire de vie,**

Qui m'apporte un soutien inconditionnel et un équilibre essentiel à ma vie, Je le remercie infiniment pour tout l'amour qu'il m'apporte, pour sa bienveillance et sa patience infinie, et surtout, pour sa présence réconfortante tout au long de cette incroyable aventure qu'ont été la rédaction de ma thèse et la conduite de mes études. Cette thèse est le reflet de notre engagement mutuel à nous soutenir et nous accompagner dans nos rêves et nos projets respectifs, passés et à venir.

**A mes beaux-parents, Brigitte et Christophe,**

Qui font partie de ma vie depuis plusieurs années,  
Je les remercie pour leur soutien, leur confiance et leur dévouement inestimables pendant ces périodes d'examen. Je suis fière de les compter en tant que membres de ma famille et suis profondément reconnaissante de les avoir à mes côtés.  
Qu'ils reçoivent tout mon amour et toute ma considération.

**A mes précieuses amies, Théodora et Aude,**

Qui m'accompagnent depuis le début de mes études,  
Je les remercie pour leur soutien émotionnel lorsque les défis semblaient insurmontables, leur amitié infaillible et pour tous ces moments passés ensemble. En partageant la rédaction de nos thèses respectives, nous avons partagé des moments de complicité, de rires et de soutien mutuel indispensables à notre réussite.  
Que notre amitié continue de grandir et de s'épanouir et que nous partagions encore de nombreuses aventures ensemble.

**Enfin, à mes amis de toujours, mes camarades de faculté, et mes collègues de travail,**

Qui participent à mon bien-être quotidien,  
Je leur adresse tous mes remerciements pour leur présence à mes côtés qui a été un véritable moteur dans la réussite de mes études et une bouffée d'air frais dans ma vie universitaire et professionnel.  
Leurs encouragements et leur enthousiasme ont alimenté ma motivation et ma détermination à mener à bien cette thèse.  
Qu'ils soient assurés de mon amitié la plus sincère.

# Avant-propos

Durant ma cinquième année d'études en Pharmacie, j'ai réalisé mon stage hospitalo-universitaire au sein du Département d'Anesthésie-Réanimation de l'hôpital Saint Eloi (pôle digestif des départements d'anesthésie-réanimation du CHU de Montpellier). Lors de ce stage, j'ai eu l'honneur et la chance d'être activement impliquée dans la conduite d'une investigation clinique visant à prouver l'intérêt d'une méthode de distraction pour soulager l'inconfort des patients de réanimation (l'étude E-CHOISIR). Cette expérience a suscité chez moi un véritable intérêt pour l'application des nouvelles technologies au secteur de la santé et je suis convaincue que l'association entre la santé et les nouvelles technologies offre des opportunités prometteuses tournées vers un avenir médical centré sur l'innovation et la bienveillance.

La présente thèse, centrée sur l'inconfort des patients en réanimation et l'utilisation de la réalité virtuelle en tant qu'outil de distraction pour cette population de patients, me permet de poursuivre cette exploration passionnante. En effet, intégrée au sein du service d'anesthésie-réanimation, j'ai pu constater de manière concrète l'importance de la prise en charge de l'inconfort des patients. De plus, l'étude E-CHOISIR m'a permis de comprendre à quel point l'utilisation de la réalité virtuelle peut représenter une avancée significative dans l'amélioration du bien-être de ces patients. En offrant une échappatoire agréable et distrayante, cette technologie offre des perspectives prometteuses pour soulager l'inconfort des patients en réanimation.

Dans l'optique d'ouvrir la voie à de nouvelles perspectives thérapeutiques pour les patients en réanimation, l'objectif de ce manuscrit est de discuter des solutions novatrices et potentiellement moins invasives pour améliorer le séjour et la qualité de vie des patients dans ce contexte particulièrement exigeant. Au travers de cette thèse, je m'efforcerai de mettre en lumière l'intérêt de la réalité virtuelle en tant qu'outil thérapeutique complémentaire, en évaluant notamment son impact sur la perception de la douleur et le niveau d'anxiété des patients en réanimation.

# Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Liste des abréviations</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>Table des figures</b> .....   | <b>9</b>  |
| <b>Table des annexes</b> .....   | <b>10</b> |
| <b>Introduction</b> .....  | <b>11</b> |
| <b>PARTIE 1 : Inconfort des patients en service d'anesthésie-réanimation</b> .....                   | <b>13</b> |
| <b>Chapitre 1 : Etat des lieux de la situation des patients en réanimation</b> .....                 | <b>14</b> |
| I – Souffrance physique et psychique : présentation de l'inconfort des patients en réanimation ..... | 14        |
| 1) La réanimation : présentation et chiffres clés .....  | 14        |
| 2) Une prise en charge entre surveillance et suppléance .....  | 17        |
| 3) Principales sources d'inconfort et symptômes associés .....                                       | 24        |
| 3.1 – Les nuisances intrinsèques liées au patient et à sa pathologie .....                           | 24        |
| 3.2 – Les nuisances intrinsèques environnementales .....   | 26        |
| 3.3 – Les nuisances intrinsèques liées à l'organisation du service de réanimation .....              | 28        |
| 3.4 – Les nuisances extrinsèques .....   | 32        |
| II – Impact de l'inconfort global sur les facultés cognitives des patients .....                     | 35        |
| 1) Les facultés cognitives durant le séjour en réanimation .....                                     | 35        |
| 1.1 – Agitation et confusion : principaux facteurs de risques .....                                  | 36        |
| 1.2 – Agitation et confusion : conséquences et répercussions .....                                   | 42        |
| 2) Les facultés cognitives au décours du séjour en réanimation .....                                 | 44        |
| 2.1 – Absence de souvenirs et/ou souvenirs négatifs du séjour .....                                  | 44        |
| 2.2 – Anxiété-dépression et syndrome de stress post-traumatique .....                                | 45        |
| 2.3 – Impact sur la qualité de vie .....   | 47        |
| <b>Chapitre 2 : La réhabilitation des patients au centre de la prise en charge</b> .....             | <b>51</b> |
| I – Lutter contre les barrières au « Mieux vivre la réanimation » .....                              | 51        |
| 1) Améliorer l'environnement .....   | 51        |
| 2) Optimiser les activités de soins .....  | 55        |
| 3) Revoir les stratégies de communication .....  | 62        |
| II – Prise en charge de la douleur en réanimation .....  | 70        |
| 1) Surveillance et évaluation .....  | 70        |
| 1.1 – Autoévaluation par le patient .....  | 72        |
| 1.2 – Hétéroévaluation par l'équipe soignante .....  | 74        |
| 1.3 – Evaluation des variations physiologiques .....   | 77        |
| 1.4 – Evaluation du niveau de conscience .....   | 78        |
| 2) Mise en place du traitement .....   | 82        |
| 2.1 – Les moyens non médicamenteux .....   | 82        |
| 2.2 – Les moyens médicamenteux .....   | 85        |
| <b>PARTIE 2 : Place de la réalité virtuelle en tant qu'outil de distraction</b> .....                | <b>94</b> |
| <b>Chapitre 1 : Réalité virtuelle, l'essor d'une technologie prometteuse</b> .....                   | <b>95</b> |
| I – Présentation de la réalité virtuelle .....   | 95        |
| 1) Genèse du concept et avènement au fil des ans .....   | 95        |
| 2) Principe de fonctionnement .....  | 101       |
| 2.1 – Généralités .....  | 101       |
| 2.2 – Concepts clés .....  | 102       |

|  |            |
|--|------------|
| II – Applications (hors santé) et limites .....                              | 106        |
| 1) Utilisation multisectorielle et avantages multiples .....                 | 106        |
| 1.1 – Divertissement .....   | 106        |
| 1.2 – Education et Formation .....   | 108        |
| 1.3 – Marketing et Communication .....                                       | 113        |
| 1.4 – Tourisme .....   | 114        |
| 1.5 – Immobilier et Architecture .....                                       | 115        |
| 2) Obstacles à surmonter et impacts à surveiller .....                       | 118        |
| 2.1 – Accessibilité limitée .....  | 118        |
| 2.2 – Technologie et ergonomie perfectibles .....                            | 119        |
| 2.3 – Santé impactée .....   | 120        |
| <b>Chapitre 2 : Réalité virtuelle, un outil au service de la santé .....</b> | <b>123</b> |
| I – Applications et avantages de la réalité virtuelle en santé .....         | 123        |
| 1) Formation médicale .....  | 123        |
| 1.1 – Formation aux gestes chirurgicaux .....                                | 123        |
| 1.2 – Formation aux pratiques médicales pluridisciplinaires .....            | 126        |
| 2) Thérapie pour les patients .....  | 129        |
| 2.1 – Prise en charge de la douleur .....                                    | 129        |
| 2.2 – Prise en charge des troubles mentaux .....                             | 131        |
| 2.3 – Rééducation et réadaptation des patients .....                         | 133        |
| 2.4 – Bien-être des patients .....   | 135        |
| 3) Autres applications en santé .....  | 137        |
| II – La réalité virtuelle en réanimation .....                               | 139        |
| 1) État des connaissances avant l'étude E-REA .....                          | 140        |
| 2) L'étude E-REA : présentation de la phase pilote E-CHOISIR .....           | 142        |
| 2.1 – Objectifs .....  | 143        |
| 2.2 – Méthodologie .....   | 143        |
| 2.3 – Résultats .....  | 147        |
| 2.4 – Discussion et conclusion .....   | 151        |
| 3) État actuel des connaissances .....                                       | 153        |
| <b>Conclusion générale .....</b>   | <b>157</b> |
| <b>Références bibliographiques .....</b>                                     | <b>160</b> |
| <b>Annexes .....</b>   | <b>189</b> |

## Liste des abréviations

|         |   |
|---------|---|
| AINS    | Anti-Inflammatoire Non Stéroïdien                     |
| ANI     | Analgesia Nociception Index                           |
| AVC     | Accident Vasculaire Cérébral                          |
| BPS     | Behavioral Pain Scale                                 |
| BPS-NI  | Behavioral Pain Scale - Non-Intubated                 |
| CAM-ICU | Confusion Assessment Method - Intensive Care Unit     |
| CHU     | Centre Hospitalier Universitaire                      |
| CPOT    | Critical-Care Pain Observation Tool                   |
| EN      | Echelle Numérique                                     |
| ENRIC   | Early Neurocognitive Rehabilitation in Intensive Care |
| EVA     | Echelle Visuelle Analogique                           |
| EVN     | Echelle Visuelle Numérique                            |
| EVS     | Echelle Verbale Simple                                |
| GCS     | Glasgow Coma Scale                                    |
| HAS     | Haute Autorité de Santé                               |
| ICDSC   | Intensive Care Delirium Screening Checklist           |
| LATA    | Limitation ou Arrêt des Thérapeutiques Actives        |
| MEOPA   | Mélange Équimolaire Oxygène-Protoxyde d'Azote         |
| NASA    | National Aeronautics and Space Administration         |
| RASS    | Richmond Agitation Sedation Scale                     |
| SAS     | Sedation Agitation Scale                              |
| SFAR    | Société Française d'Anesthésie et de Réanimation      |
| SOFA    | Sequential Organ Failure Assessment                   |
| SSPT    | Syndrome de Stress Post-Traumatique                   |
| UR      | Unité de Réanimation                                  |
| VIEW    | Virtual Interface Environment Workstation             |
| VNI     | Ventilation Non Invasive                              |

## Table des figures

|   |     |
|---|-----|
| Figure 1: <b>Une chambre type de réanimation.</b> D'après Les techniques de réanimation, Reamondor, AP-HP <sup>4</sup> _____  | 17  |
| Figure 2: <b>Sensorama.</b> D'après Augmented Reality and its aspects: a case study for heating systems. Viveiros et al. <sup>288</sup> _____   | 95  |
| Figure 3: <b>The Sword of Damocles.</b> D'après The Integration of Virtual Reality into the Design Process. Sebastian Stadler. <sup>290</sup> _____   | 96  |
| Figure 4: <b>Aspen Moviemap.</b> D'après Augmented Reality and its aspects: a case study for heating systems. Viveiros et al. <sup>288</sup> _____  | 97  |
| Figure 5: <b>EyePhone and DataGlove.</b> D'après Augmented Reality and its aspects: a case study for heating systems. Viveiros et al. <sup>288</sup> _____  | 97  |
| Figure 6: <b>The Virtual Interface Environment Workstation.</b> Partnership between NASA and VPL Research Inc. <sup>294</sup> _____   | 98  |
| Figure 7: <b>Visually Coupled Airborne Systems Simulator.</b> D'après VCASS - An Approach to Visual Simulation. <sup>295</sup> _____  | 99  |
| Figure 8: <b>Virtual Boy.</b> D'après A Virtual Failure: Evaluating the Success of Nintendo's Virtual Boy. Steven Boyer. <sup>296</sup> _____   | 99  |
| Figure 9: <b>Oculus Rift.</b> D'après A Review Paper on Oculus Rift-A Virtual Reality Headset. Desai et al. <sup>297</sup> _____  | 100 |
| Figure 10: <b>PlayStation VR.</b> D'après Virtual and Augmented Realms: The Evolution of Video Games with VR and AR Technology. Ishika Tiwari et al. <sup>298</sup> _____   | 100 |
| Figure 11: <b>PlayStation VR2.</b> D'après Virtual and Augmented Realms: The Evolution of Video Games with VR and AR Technology. Ishika Tiwari et al. <sup>298</sup> _____  | 100 |
| Figure 12: <b>Apple Vision Pro.</b> Apple. <sup>299</sup> _____   | 100 |
| Figure 13: <b>Vision stéréoscopique dans un casque de réalité virtuelle.</b> D'après Learning Virtual Reality. Tony Parisi. <sup>301</sup> _____  | 102 |
| Figure 14: <b>Champ de vision humain.</b> Ergonomie visuelle. <sup>302</sup> _____  | 103 |
| Figure 15: <b>Dispositif DeepSen®.</b> D'après Discomfort improvement for critically ill patients using electronic relaxation devices: results of the cross-over randomized controlled trial E-CHOISIR. Merliot-Gailhoustet et al. <sup>535</sup> _____   | 146 |
| Figure 16: <b>Dispositif Healthy Mind®.</b> D'après Discomfort improvement for critically ill patients using electronic relaxation devices: results of the cross-over randomized controlled trial E-CHOISIR. Merliot-Gailhoustet et al. <sup>535</sup> _____  | 146 |
| Figure 17: <b>Symptômes d'inconfort, ANI et variables physiologiques enregistrés avant et après les quatre séances de relaxation.</b> D'après Discomfort improvement for critically ill patients using electronic relaxation devices: results of the cross-over randomized controlled trial E-CHOISIR. Merliot-Gailhoustet et al. <sup>535</sup> _____                        | 148 |
| Figure 18: <b>Modèle à effets mixtes multivariés - Avantages des techniques de relaxation électronique spécifiques par rapport à la relaxation standard.</b> D'après Discomfort improvement for critically ill patients using electronic relaxation devices: results of the cross-over randomized controlled trial E-CHOISIR. Merliot-Gailhoustet et al. <sup>535</sup> _____ | 149 |

## Table des annexes

|   |     |
|---|-----|
| Annexe 1: <b>Échelle Visuelle Analogique (EVA)</b> . D'après Vertical or horizontal visual analogue scales. Scott et Huskisson. <sup>555</sup>  | 189 |
| Annexe 2: <b>Échelle Numérique (EN)</b> . D'après Psychometric Properties of the Numerical Rating Scale to Assess Self-Reported Pain Intensity in Children and Adolescents. Castarlenas et al. <sup>556</sup>                                     | 190 |
| Annexe 3: <b>Échelle Verbale Simple (EVS)</b> . D'après Reliability and validity of verbal descriptor scales of painfulness. Gracely et Dubner. <sup>557</sup>  | 191 |
| Annexe 4: <b>Faces Pain Scale-Revised (FPS-R)</b> . D'après The Faces Pain Scale-Revised: toward a common metric in pediatric pain measurement. Hicks et al. <sup>558</sup>   | 192 |
| Annexe 5: <b>Behavioral Pain Scale (BPS)</b> . D'après Assessing pain in critically ill sedated patients by using a behavioral pain scale. Payen et al. <sup>559</sup>  | 193 |
| Annexe 6: <b>Behavioral Pain Scale – Non-Intubated (BPS-NI)</b> . D'après Assessing pain in non-intubated critically ill patients unable to self-report: an adaptation of the Behavioral Pain Scale. Chanques et al. <sup>179</sup>               | 194 |
| Annexe 7: <b>Critical-Care Pain Observation Tool (CPOT)</b> . D'après Validation of the critical-care pain observation tool in adult patients. Gélinas et al. <sup>560</sup>  | 195 |
| Annexe 8: <b>Non-Verbal Pain Scale (NVPS)</b> . D'après Further validation of the nonverbal pain scale in intensive care patients. Kabes et al. <sup>561</sup>  | 196 |
| Annexe 9: <b>Outil de vidéo-pupillométrie</b> . AlgiScan. IDMED. <sup>562</sup>   | 197 |
| Annexe 10: <b>Analgesia Nociception Index (ANI)</b> . Journal of Medical Sciences. <sup>563</sup>   | 197 |
| Annexe 11: <b>Ramsay Sedation Scale</b> . D'après Instruments for monitoring intensive care unit sedation. G Carrasco <sup>564</sup> .  | 198 |
| Annexe 12: <b>Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS)</b> . D'après The Richmond Agitation-Sedation Scale: validity and reliability in adult intensive care unit patients. Sessler et al. <sup>194</sup> .                                       | 198 |
| Annexe 13: <b>Glasgow Coma Scale (GCS)</b> . D'après Assessment of coma and impaired consciousness. Teasdale et Jennett <sup>565</sup> .  | 199 |
| Annexe 14: <b>Sedation Agitation Scale (SAS)</b> . D'après Prospective evaluation of the Sedation-Agitation Scale for adult critically ill patients. Riker et al. <sup>566</sup> .  | 199 |
| Annexe 15: <b>Adaptation to the Intensive Care Environment (ATICE)</b> . D'après Adaptation to the Intensive Care Environment: development and validation of a new sedation assessment instrument. De Jonghe et al. <sup>198</sup> .              | 200 |
| Annexe 16: <b>Confusion Assessment Method for Intensive Care Unit (CAM-ICU)</b> . D'après Evaluation of delirium in critically ill patients: validation of the Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit. Ely et al. <sup>205</sup> | 201 |
| Annexe 17: <b>Intensive Care Delirium Screening Checklist (ICDSC)</b> . D'après Intensive Care Delirium Screening Checklist: evaluation of a new screening tool. Bergeron et al. <sup>202</sup> .   | 202 |

# Introduction

“L'art de la médecine consiste à distraire le malade pendant que la nature le guérit.

– Voltaire.”

Cette citation souligne l'importance de l'aspect psychologique et émotionnel dans le processus de guérison des patients. Il est bien connu que l'état d'esprit et le bien-être émotionnel peuvent influencer la capacité du corps à se rétablir. Ainsi, en offrant un environnement positif et en soutenant émotionnellement le patient, le professionnel de santé peut contribuer à améliorer son moral et à favoriser sa guérison. Elle souligne ainsi l'importance de l'empathie, de la compassion et de l'attention aux besoins émotionnels des patients, en plus des traitements médicaux appropriés.

La qualité de vie au sortir de la réanimation est de plus en plus anticipée lors des soins prodigués en réanimation. Au sein des services d'anesthésie-réanimation, les patients font face à une situation particulièrement éprouvante, où leur confort physique et psychique est mis à rude épreuve. L'inconfort est une réalité omniprésente, découlant de divers facteurs intrinsèques et extrinsèques liés à la fois à la pathologie du patient, à l'environnement hospitalier et à l'organisation du service de réanimation. Les traumatismes psychiques liés à la prise en charge médicale peuvent avoir des répercussions à court et long terme susceptibles de retarder le retour à une vie sociale et professionnelle normale. En fournissant un soutien émotionnel, les professionnels de santé peuvent contribuer à distraire les patients de leur inconfort. En reconnaissant l'interconnexion étroite entre l'aspect physique et psychologique de la guérison, cette approche holistique de la prise en charge des patients en réanimation vise à améliorer leur bien-être global. Cette thèse a pour ambition de mettre en évidence l'importance cruciale d'une prise en charge globale de l'inconfort des patients en réanimation, en considérant les avancées technologiques telles que la réalité virtuelle comme des outils prometteurs pour améliorer leur bien-être physique et psychologique. En outre, ce manuscrit souligne l'importance du développement de pratiques médicales plus humaines et centrées sur le patient au sein des services de réanimation.

La première partie de cette thèse consiste en un état de l'art de la situation des patients en réanimation, en mettant en évidence les sources principales d'inconfort et leurs symptômes associés. L'impact de cet inconfort global sur les facultés cognitives des patients est également analysé, en mettant l'accent sur les risques d'agitation, de confusion et les répercussions sur la qualité de vie ultérieure.

Face à ces enjeux, la réhabilitation des patients se positionne comme un axe central de la prise en charge en réanimation. Ainsi, le deuxième chapitre de cette partie explore les différentes stratégies pour lutter contre les nuisances rencontrées dans ce type de service. Une attention particulière est accordée à la prise en charge de la douleur, symptôme d'inconfort majeur en réanimation, avec une évaluation approfondie des moyens non médicamenteux et médicamenteux pour soulager les patients.

La deuxième partie de cette thèse aborde la place de la réalité virtuelle en santé. Le premier chapitre se concentre sur l'évolution de cette technologie prometteuse et ses principes de fonctionnement. Les multiples applications de la réalité virtuelle dans différents secteurs sont également passées en revue, mettant en évidence ses avantages ainsi que les obstacles susceptibles d'entraver son utilisation.

Cependant, la réalité virtuelle ne se limite pas à des fins de divertissement ou de communication. Dans le deuxième chapitre de cette partie, nous explorons comment la réalité virtuelle peut être un outil précieux au service de la santé. Des domaines tels que la formation médicale et la thérapie pour les patients bénéficient des avancées de cette technologie. Particulièrement intéressant pour notre sujet, nous mettons en lumière l'utilisation de la réalité virtuelle pour améliorer le pronostic psychologique des patients en service d'anesthésie-réanimation. Dans cette perspective, nous nous penchons sur l'étude eCHOISIR, qui s'est concentrée sur le choix de la meilleure méthode de distraction pour soulager l'inconfort des patients en réanimation. Les résultats de cette étude et ses implications dans la prise en charge des patients sont analysés, tout en considérant les recherches antérieures et postérieures à cette étude.

## PARTIE 1 : Inconfort des patients en service d'anesthésie-réanimation

## Chapitre 1 : Etat des lieux de la situation des patients en réanimation

### I – Souffrance physique et psychique : présentation de l'inconfort des patients en réanimation

#### 1) La réanimation : présentation et chiffres clés

Historiquement, la médecine des soins critiques moderne est née du regroupement des patients selon la gravité de leur condition, permettant ainsi une meilleure prise en charge basée sur les besoins du patient.

De nos jours, le terme « soins critiques » est utilisé pour désigner des services hospitaliers qui prennent en charge des patients à différents niveaux :

- Une prise en charge en **unités de surveillance continue** qui va cibler les patients présentant un risque de défaillance d'une fonction ou d'un organe vital ;
- Une prise en charge en **soins intensifs** qui va se focaliser sur les patients présentant une défaillance avérée mais qui ne porte que sur une seule fonction vitale et/ou organe ;
- Et pour finir, une prise en charge en **réanimation** qui va se concentrer sur les patients présentant plusieurs défaillances identifiées et/ou dont le pronostic vital est engagé.

Pour rappel, les fonctions vitales ou organes vitaux (cœur, cerveau, poumons, reins, foie, appareil digestif et système vasculaire ou nerveux) sont des fonctions essentielles de l'organisme qui permettent de maintenir la vie, et dont la défaillance peut entraîner une détresse vitale et/ou un décès à court terme.

Chaque année on estime que plus de 30 millions de patients sont admis en réanimation<sup>1</sup>. En France en 2021, 959000 patients ont été pris en charge en soins critiques dont 270000 en réanimation<sup>2</sup>. Ces admissions ont lieu pour divers motifs plus ou moins fréquents tels que des causes d'origine cardiovasculaire (28%), respiratoire (18%), digestive (17%), neurologique (10%), infectieuse (7%), traumatique (5%) ou autre cause (15%)<sup>1</sup>.

De manière plus spécifique, on peut citer certaines causes d'admission fréquentes en réanimation telles que :

- Les sepsis ;
- Les maladies cardiovasculaires (infarctus, insuffisance cardiaque et AVC) ;
- Les cancers et hémopathies malignes ;
- Les insuffisances respiratoires aiguës et malignes (COVID-19, pneumonies infectieuses, grippe, bronchopathie chronique obstructive, causes neurologiques ou encore traitement d'un état de choc) ;
- Les accidents et traumatismes (accidents de la route, noyades, empoisonnements, chutes ou brûlures) ;
- Les maladies neurologiques (épilepsie, maladie de Parkinson et démence) et comas<sup>1</sup>.

Dans un service de réanimation, l'objectif est d'assurer une prise en charge des défaillances multi-viscérales des patients de façon immédiate, permanente et durable. De ce fait, cette discipline médicale à part entière requiert la prise en compte de plusieurs facteurs techniques et organisationnels afin d'assurer la qualité et la continuité des soins prodigués aux patients.

Du point de vue de la prise en charge, un service de réanimation est systématiquement constitué d'équipes médico-soignantes et multidisciplinaires (médecins, infirmier(e)s, kinésithérapeutes, aides-soignants, nutritionnistes, pharmacien(ne)s, psychologues, logisticiens) mobilisées en continu. Le médecin réanimateur, pour qui éthique et compétences pluridisciplinaires sont indissociables, coordonne cette équipe soignante. Ce métier spécifique qui se doit d'être exercé avec rigueur, humanisme, compassion et un constant souci du bien-être (patients, familles et soignants), résulte de l'harmonisation entre connaissances, aptitudes comportementales (savoir-faire et savoir-être) et compétences procédurales.

En termes d'organisation, l'entité architecturale et organisationnelle qui regroupe les locaux et l'organisation logistique et humaine est appelée « Unité de Réanimation ». Cette dernière doit répondre à des exigences en termes de structure et d'organisation.

La fédération de la réanimation a d'ailleurs publié en 2012 un référentiel<sup>3</sup> regroupant 300 recommandations en termes :

- D'architecture générale de l'unité : description de l'organisation en différentes zones (avec notamment une zone d'accueil et de circulation pour les patients, une zone d'accueil pour les familles, une zone de soins, une zone dédiée aux personnels, une zone administrative et une zone logistique) et recommandations pour chacune d'entre elles.
- D'architecture et d'équipement des zones de soins et des chambres : présentation de l'agencement et de l'équipement du poste central et des chambres.
- D'organisation logistique : obtention de données biologiques, livraison, pharmacie et produits de santé, lingerie, cuisine et alimentation, informatisation, maintenance et entretien des locaux et du matériel médical, évacuation des déchets et communication.
- D'organisation de l'unité : management des ressources humaines, évaluation de l'activité et indicateurs (amélioration de qualité des soins et de la satisfaction des patients et des familles, assurer des meilleures conditions de travail), enseignement et recherche.
- De droit des patients et principes de bienveillance.

Ainsi, au travers de ces diverses exigences inhérentes au service de réanimation, on comprend qu'il s'agit d'une spécialité médicale transversale qui doit axer son organisation fonctionnelle et structurale autour de la qualité et de la sécurité des soins sans laisser de côté le principe de bienveillance.

## 2) Une prise en charge entre surveillance et suppléance

La prise en charge en réanimation est conçue de sorte à assurer la surveillance et le suivi des patients se trouvant dans une situation critique. L'objectif de cette prise en charge est de stabiliser l'état des patients et de prévenir toute détérioration supplémentaire, notamment via :

- La mise en place d'une surveillance étroite et de mécanismes de suppléance ;
- Le recours à des procédures interventionnelles fonction de l'état du patient ;
- L'utilisation de médicaments pour lutter contre les défaillances d'organe ou pour traiter des affections sous-jacentes ;
- La collaboration d'une équipe soignante pluridisciplinaire qui travaille conjointement afin de permettre une prise en charge complète ;
- L'implication de la famille et des proches dans la prise en charge des patients qui assurent un soutien émotionnel non négligeable.

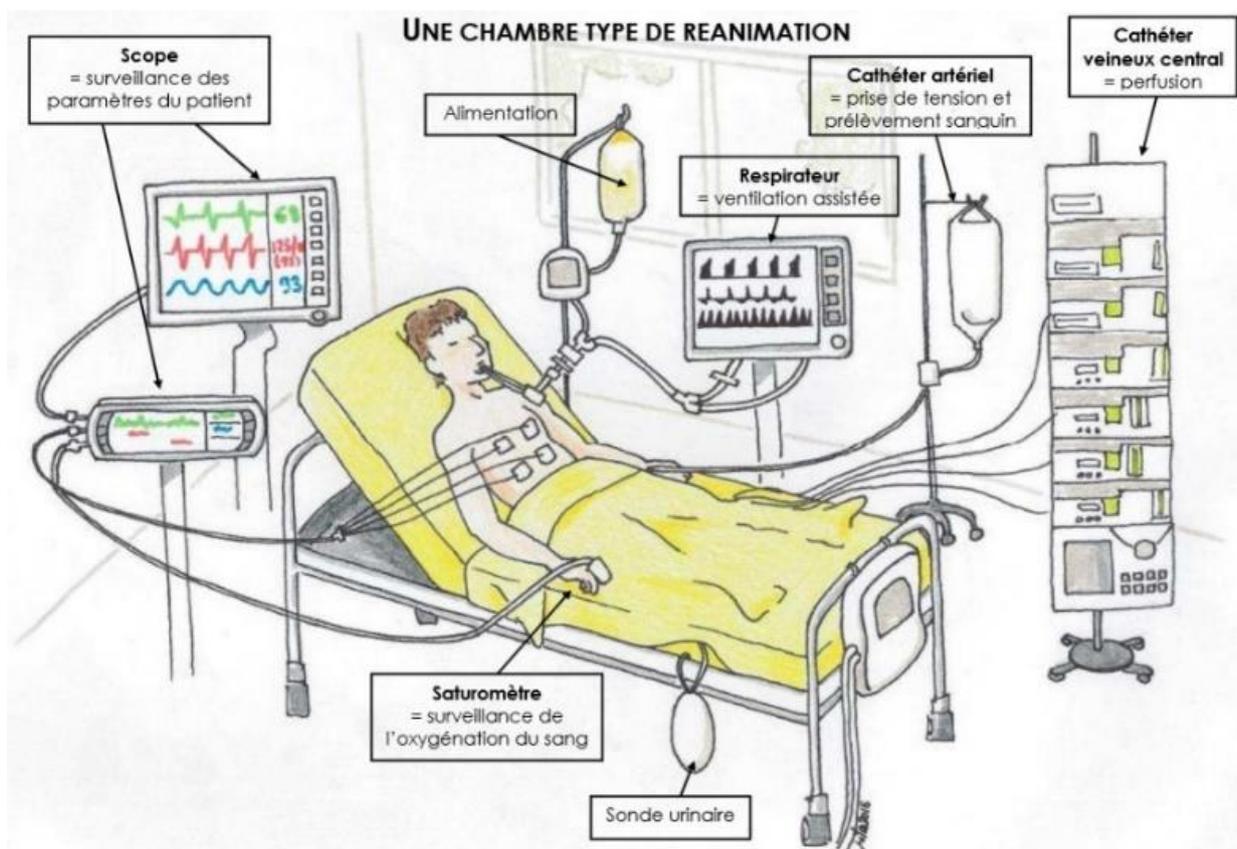


Figure 1: **Une chambre type de réanimation.** D'après *Les techniques de réanimation*. Reamondor. AP-HP<sup>4</sup>

La Figure 1 permet d'illustrer la prise en charge des patients en présentant l'environnement d'une chambre type de réanimation. La chambre est d'une importance

capitale pour les soins et le rétablissement des patients. Premièrement, la chambre est composée d'équipements spécialisés permettant la mise en place d'une surveillance étroite des patients. Ensuite, elle est conçue pour contrôler certains facteurs environnementaux (température, humidité, qualité de l'air) pouvant avoir un impact significatif sur la santé du patient. Par ailleurs, la réanimation étant un environnement à haut risque d'infections, elle est également conçue pour assurer l'isolement et empêcher la propagation de ces dernières (notamment grâce à des chambres à pression négative, des protocoles stricts d'hygiène et la limitation des visiteurs). Pour finir, la chambre est également conçue pour assurer l'intimité, le confort et un sentiment de sécurité tant pour le patient que pour les membres de sa famille. Ce qu'il est important de comprendre, c'est que la prise en charge en réanimation est une prise en charge personnalisée qui varie en fonction de la gravité de la pathologie et de l'état de santé général du patient.

Comme définit précédemment, la prise en charge en réanimation se concentre sur des patients présentant plusieurs défaillances identifiées et/ou dont le pronostic vital est engagé. Ainsi, dans ce type de service, les fonctions vitales des patients sont surveillées en continu. Si nécessaire, une assistance de ces fonctions vitales peut également être mise en place pour pallier leur défaillance : on parle alors de suppléance d'organe. Cette suppléance d'organe peut être mise en place à différents niveaux en fonction du type de défaillance. La prise en charge des patients repose donc sur le type de défaillances rencontrées qui regroupent :

- Les dysfonctions cardiocirculatoires ;
- Les dysfonctions respiratoires ;
- Les dysfonctions rénales et métaboliques ;
- Les dysfonctions hépato digestives ;
- Les dysfonctions neurologiques.

Ainsi, en fonction du type de défaillance présenté, les patients peuvent être admis dans des services de réanimation spécialisés. Le référentiel de compétences et d'aptitudes du médecin réanimateur<sup>5</sup> publié en 2017 par le Comité de Coordination de la Réanimation nous permet d'établir une liste non exhaustive des actes médicaux qui peuvent être réalisés dans le cadre de la prise en charge (diagnostic, surveillance, traitement) des patients en réanimation.

## **Prise en charge des dysfonctions cardiocirculatoires**

Dans un contexte de dysfonction cardio circulatoire, les paramètres vitaux sont suivis et surveillés en permanence à l'aide d'un moniteur (scope) relié au patient par des électrodes. Il permet ainsi de surveiller la fréquence cardiaque et l'activité électrique du cœur (à l'aide d'un électrocardiogramme) mais également la pression artérielle, la température et le taux d'oxygène dans le sang. Ce système de monitoring non invasif peut déclencher différents systèmes d'alarme visuelle et sonore en fonction de la gravité du problème détecté.

Cette surveillance accrue peut s'accompagner d'actes médicaux plus ou moins invasifs afin de permettre la prise en charge des patients, tels que :

- La réalisation d'échocardiographie diagnostic (transthoracique ou transœsophagienne)
- La pause d'un cathéter artériel en cas de nécessité de :
  - o Mesure de la pression artérielle en continu lors d'instabilité hémodynamique ou lors de l'administration de médicament vasoactif (exemple : noradrénaline)
  - o Mesures rapprochées des gaz du sang
  - o Prélèvements sanguins
- La pause d'un cathéter veineux central (perfusion) pour permettre :
  - o L'administration de médicaments, de liquides ou de nutrition parentérale
  - o L'administration de sang ou de plaquettes
- La pause d'une voie veineuse périphérique afin d'infuser des liquides dans la circulation sanguine générale par voie parentérale lorsque la voie orale n'est pas envisageable ;
- La réalisation d'une défibrillation ou d'une cardioversion ;
- La mise en place d'une stimulation cardiaque interne (pacemaker) ou externe ;
- La réalisation d'une ponction ou d'un drainage en cas d'épanchement péricardique.

## **Prise en charge des dysfonctions respiratoires**

Pour des patients présentant des difficultés respiratoires avec des signes de fatigue ou d'épuisement respiratoire ou des signes d'hypoventilation, la mise en place d'une assistance ventilatoire peut être nécessaire.

Plusieurs options sont disponibles :

- L'assistance ventilatoire à l'aide d'oxygène sur débitmètre. Avec ce mécanisme, le patient respire seul, aidé par un apport en oxygène plus ou moins important et comprend :
  - L'oxygénothérapie standard à l'aide de lunettes ou d'un masque à oxygène ;
  - L'oxygénothérapie à haut débit à l'aide d'une canule nasale ;
- L'assistance ventilatoire à l'aide d'un respirateur artificiel qui comprend :
  - La ventilation non invasive (VNI) où le respirateur artificiel apporte une aide inspiratoire et de l'oxygène via un masque de VNI ;
  - La ventilation mécanique ou ventilation invasive où le patient est endormi (sous sédation) et la respiration est réalisée par le respirateur artificiel. Cette ventilation est administrée à l'aide d'une intubation trachéale<sup>6</sup>.

Au-delà de cette assistance ventilatoire, la prise en charge des dysfonctions respiratoires peut comprendre divers actes médicaux tels que :

- L'endoscopie laryngée afin mettre en évidence des lésions de la muqueuse et donc de :
  - Faire des prélèvements ou des biopsies
  - Rechercher des lésions associées
  - Préciser l'extension d'une tumeur
- L'endoscopie bronchique afin de visualiser des anomalies et de réaliser des prélèvements ;
- L'aspiration trachéale qui va permettre de dégager les voies respiratoires des obstructions qui entravent le libre passage de l'air ;

- La trachéotomie pour prévenir ou traiter une détresse respiratoire. Le plus souvent temporaire, elle va notamment permettre d'arrêter plus facilement la ventilation mécanique mise en place ;
- La pause d'un drain thoracique en cas d'épanchement pleural (liquide ou air).

### **Prise en charge des dysfonctions rénales et métaboliques**

Pour rappel, une défaillance de la fonction rénale, également connue sous le nom d'insuffisance rénale est caractérisée par :

- Une accumulation de déchets azotés (urée, créatinine, acide urique) ;
- Des perturbations hydro-électriques (hyperkaliémie, acidose métabolique, hyponatrémie, surcharge hydrique) ;
- Un défaut d'élimination des toxiques à élimination rénale.

Dans un contexte d'insuffisance rénale aiguë ou d'intoxication grave (mercure, métaux lourds), et afin de prévenir l'apparition de complications, une épuration extra rénale (ou hémodialyse) peut être préconisée. Elle va ainsi permettre d'assurer artificiellement les fonctions d'épuration du sang qu'effectuent normalement les reins, et donc de contrôler les désordres électrolytiques et volémiques.

De plus, la mise en place d'un cathéter vésical (sonde urinaire) peut également être indiquée dans les cas suivants :

- Rétention urinaire (prostatique, urétrale, neurologique ou caillot) ;
- Post-opératoire (prostate, vessie, pelvienne), thérapeutique (chimiothérapie ou antibiotiques), ou diagnostique (mesures et prélèvements) ;
- Confort des patients.

### **Prise en charge des dysfonctions hépato digestives**

Dans le cadre d'une prise en charge de défaillances hépato digestives, les actes suivants peuvent être réalisés :

- Pause d'une sonde gastrique afin de :
  - o Permettre des lavages gastriques en cas d'hémorragie ou d'intoxication,

- Pallier une alimentation orale impossible (chirurgie lourde, coma),
- Pallier une dénutrition majeure ou des apports nutritifs insuffisants,
- Pallier des troubles de la déglutition,
- Réalisation d'une ponction d'ascite à visée diagnostique ou thérapeutique en cas d'épanchement dans l'abdomen ;
- Pause d'une sonde de Blakemore en cas d'hémorragie digestive ;
- Réalisation d'endoscopie œsogastroduodénale à visée diagnostique ;
- Mesure de la pression intra-vésicale qui va permettre de mesurer la pression intra-abdominale afin de dépister et de surveiller l'apparition de nouvelles défaillances d'organes.

### **Prise en charge des dysfonctions neurologiques**

Pour les patients souffrant de dysfonctions neurologiques, la prise en charge peut comprendre :

- La réalisation d'examens par imagerie médicale (IRM, scanner) ou par enregistrement de l'activité électrique du cerveau (électroencéphalogramme)
- L'évaluation des atteintes et de l'état des patients à l'aide de scores (fonctions supérieures, tronc cérébral, douleur, vigilance, sédation) ;
- La mise en place de traitements sédatifs (prise en charge de certaines pathologies ou pour pallier une éventuelle ventilation mécanique) et analgésiques ;
- La surveillance de la pression intracrânienne.

Ce qu'il est important de comprendre, c'est que toutes les défaillances citées ci-dessus, ainsi que leurs méthodes de prises en charge, ne sont pas des situations rencontrées de manière isolée. En effet, la plupart des systèmes organiques étant liés les uns aux autres, il est fréquent d'observer des associations de défaillances d'organes : on parle alors de défaillance multi-viscérale. Il est donc fréquent que la prise en charge repose sur l'association de plusieurs des techniques décrites précédemment, multipliant ainsi le nombre d'actes médicaux réalisés sur les patients. De plus, comme mentionné précédemment, la prise en charge des patients en service de réanimation repose sur la collaboration étroite d'une équipe soignante multidisciplinaire qui est mobilisée en continu afin de garantir une prise en charge des patients à tous les niveaux et d'assurer

leur surveillance rapprochée. Ainsi, infirmier(e)s, aides soignant(e)s, masseurs kinésithérapeutes réalisent aussi des interventions sur les patients et participent pleinement à leur prise en charge.

L'ensemble des méthodes et des techniques décrites ci-dessus nous permettent d'avoir donc une vue d'ensemble de la prise en charge des patients en réanimation. Cette prise en charge repose sur une surveillance continue des différentes méthodes utilisées et de leurs éventuelles complications afin de pouvoir agir le plus rapidement possible. Ainsi, il n'est pas difficile d'imaginer que ces patients sont contraints à de nombreux actes médicaux et interventions plus ou moins lourds et invasifs, afin de répondre à cette nécessité de mettre en place une prise en charge immédiate, permanente et durable.

### 3) Principales sources d'inconfort et symptômes associés

Au travers des éléments décrits précédemment, on comprend que les patients admis en réanimation sont soumis à de nombreuses contraintes inhérentes à la prise en charge dans ce type de service. Mais, au-delà des contraintes directement liées aux activités de soins, ces derniers peuvent faire face à des agressions multifactorielles qui sont source de nuisance et d'inconfort. En effet, il est désormais bien documenté que les patients y sont exposés à des situations et des conditions stressantes et qu'ils y éprouvent des malaises provenant de multiples sources. La littérature scientifique permet d'en témoigner puisque plus de 2000 articles publiés contiennent les mots « Discomfort » et « Intensive Care ». Van de Leur et al., ont ainsi montré que parmi 123 patients admis en réanimation, 54% se souviennent d'avoir ressenti de l'inconfort<sup>7</sup>. Cette sensation d'inconfort généralisé peut-être engendrée par différents symptômes et/ou sources d'inconfort. Ces sources de nuisances liées à une hospitalisation dans un service de réanimation, également appelées « facteurs de stress », peuvent être classées en plusieurs catégories.

#### **3.1 – Les nuisances intrinsèques liées au patient et à sa pathologie**

Tout d'abord, la plupart des mécanismes de surveillance ou de suppléance d'organe sont décrits comme étant globalement inconfortables et pouvant être source de douleur et de stress. Par exemple, la mise en place d'un cathéter veineux central, qui est l'un des actes invasifs les plus fréquemment réalisés dans un service réanimation, peut être associée à un inconfort considérable chez le patient conscient. En effet, cette procédure invasive exige du patient qu'il reste en position de Trendelenburg, la tête en extension avec le cou entièrement tourné vers le côté opposé et parfaitement immobile<sup>8</sup>. Si l'on prend l'exemple de la ventilation mécanique qui consiste à suppléer ou assister la respiration spontanée à l'aide d'un respirateur artificiel, la présence d'une sonde endotrachéale permettant l'intubation des patients, représente une des sources d'inconfort les plus citées dans ce type de service<sup>9</sup>. Une étude a été menée afin d'évaluer l'état psychologique des patients consécutivement à un séjour en unité de soins intensifs avec mise en place d'une ventilation mécanique. Ici, sur les 32 patients évalués, 13 ont rapporté une douleur intolérable<sup>10</sup>. Une autre étude réalisée sur 33 patients ventilés

mécaniquement, précise que la douleur était le mot le plus utilisé (90%) pour décrire la sensation ressentie lors des procédures orales de routine<sup>11</sup>. L'hémodialyse, qui va permettre de suppléer une fonction rénale défectueuse à l'aide d'une machine équipée d'une membrane artificielle de filtration, est une source d'inconfort majeure. En effet, la douleur pendant la dialyse est un symptôme extrêmement fréquent<sup>12</sup>. L'utilisation d'une sonde (ou cathéter) urinaire peut également être une source majeure d'inconfort, d'autant plus que la gêne occasionnée intervient à différents niveaux : au moment du passage du cathéter, pendant qu'il est en place et au moment de son retrait<sup>13</sup>.

Les autres activités de soins entreprises dans ce type de service, peuvent également être source d'inconfort. Dans l'étude mentionnée précédemment, les interventions médicales représentent la troisième source d'inconfort la plus citée par les patients<sup>7</sup>. Par exemple, après la mise en place d'un drain thoracique, de la toux et des douleurs peuvent survenir, mais si le contenu de la plèvre est évacué trop rapidement, des réactions vagales (pâleur, transpiration, vertige, chute de tension et tachycardie) peuvent également apparaître<sup>14</sup>. De plus, le retrait du drain de la plaie a été identifié comme une procédure très douloureuse<sup>15</sup>. Une étude identifie d'ailleurs le retrait d'un drain d'une plaie, le retrait d'un tube thoracique et l'insertion d'une ligne artérielle, comme les trois procédures les plus douloureuses<sup>16</sup>. Ensuite, la douleur engendrée par les changements de pansements<sup>17</sup> et le soin des plaies<sup>15</sup> est très bien décrite et réduire l'expérience de la douleur lors de ces actes devient une priorité<sup>18</sup>. Par ailleurs, la douleur liée aux aspirations trachéales a été identifiée comme l'une des sources d'inconfort les plus fréquemment citées par les patients à l'issue de leur séjour en réanimation<sup>19</sup>. Pour finir, en raison de la faiblesse musculaire, de l'inactivité, des plaies et incisions chirurgicales, de l'état de santé et des équipements médicaux, le déplacement des patients a également été identifié comme une source fréquente de douleurs intenses<sup>15,20</sup>. Ainsi, toutes les interventions médicales qui nécessitent une mobilisation physique des patients, peuvent également être sources d'inconfort. Ces déplacements comprennent les changements de position dans le lit afin de minimiser les risques de blessures et de dommages physiologiques supplémentaires, de maintenir l'homéostasie et de promouvoir une récupération optimale<sup>21</sup>. Mais également la mise au fauteuil permettant d'éviter des complications liées à l'hospitalisation prolongée (escarres), de dynamiser le patient et d'améliorer le contact avec l'environnement. Ou encore les séances de kinésithérapie qui vont notamment

permettre le désencombrement bronchique, le maintien et la récupération de l'intégrité de la ventilation, l'évaluation et la rééducation de la déglutition, la prévention et la prise en charge des complications locomotrices mais aussi la récupération fonctionnelle et la réadaptation à l'effort<sup>22</sup>. Mais aussi, les soins d'hygiène et de confort du patient.

Une autre source d'inconfort souvent identifiée est la présence de multiples câbles et tuyaux entre le patient et les appareils de surveillance ou de traitement. Dans une étude réalisée sur 50 patients, la douleur et l'impossibilité de dormir en raison de la présence de tubes dans le nez et/ou bouche ont été considérées comme les facteurs de stress physique les plus importants<sup>23</sup>. Novaes et al. montre d'ailleurs que la présence de tubes dans le nez et/ou la bouche a été désignée comme un des principaux facteurs de stress à la fois par les patients, leurs proches et le personnel soignant<sup>24</sup>. Les lignes de perfusion font également partie des sources d'inconfort les plus citées par les patients<sup>25</sup>.

### **3.2 – Les nuisances intrinsèques environnementales**

D'un point de vue environnemental, les nuisances sont également nombreuses et regroupent différentes sources d'inconfort.

Premièrement, la réanimation est souvent identifiée comme un endroit bruyant et ce, pour de multiples raisons. D'une part, les équipements médicaux, tels que les moniteurs physiologiques ou les systèmes de ventilation génèrent des « bips » et des alarmes en continu. Ces équipements sont le plus souvent disposés à proximité des patients (au niveau de leur tête ou légèrement derrière). En 2016, un système de surveillance sonore a été installé dans un service de soins intensifs afin d'enregistrer les niveaux de pression acoustique et les lits présentaient une zone de niveau sonore élevé correspondant à la position du moniteur/ventilateur<sup>26</sup>. Ensuite, la prise en charge des patients critiques implique une surveillance accrue et la réalisation fréquente de tests et de procédures qui contribuent au bruit environnant. Une étude prospective a d'ailleurs mis en évidence que lorsque les activités génératrices de sons étaient effectuées par les infirmières et les médecins, les niveaux sonores atteignaient des niveaux qualifiés comme « toxiques »<sup>27</sup>. De plus, la coordination des soins passe par la communication entre les différents professionnels de santé et peut également accentuer le niveau de bruit. Darbyshire et

al., ont ainsi identifié une zone de bruit à l'endroit où les conversations entre les membres du personnel au sujet du patient prenaient place<sup>26</sup>. Pour finir, l'architecture ouverte de l'unité de réanimation exacerbe tous ces bruits puisque le son circule facilement et peut être transmis d'une zone à l'autre. Ainsi, le bruit, quelle qu'en soit l'origine, représente une des principales sources d'inconfort identifiée en réanimation. En effectuant une recherche par mots clés sur PubMed (principal moteur de recherche de données bibliographiques de l'ensemble des domaines de spécialisation de la biologie et de la médecine), 143 articles contiennent à la fois les mots « Noise » et « Intensive Care » dans leur titre, témoignant ainsi de la prévalence de ce problème. En effet, le bruit est identifié comme un facteur favorisant de la libération de cortisol<sup>28</sup> (hormone du stress) et il en ressort comme étant une source de malaise fréquemment citée par les patients de réanimation<sup>9</sup>. De plus, l'impossibilité de dormir à cause du bruit est présentée comme un facteur de stress physique très important<sup>23</sup>. Par ailleurs, il a notamment été démontré qu'un niveau élevé de bruit a une corrélation négative sur la qualité du sommeil des patients<sup>29</sup> et que le bruit accroît les troubles du sommeil et perturbe le rythme circadien<sup>28</sup>. Pour finir, le bruit affecte également d'autres composantes physiologiques puisqu'il entraîne une augmentation de la consommation d'oxygène et le besoin d'analgésie et de sédation<sup>28</sup>. Pour résumer, une exposition prolongée à des niveaux de bruit élevés peut entraîner du stress, de l'anxiété et des troubles du sommeil, ce qui peut avoir un impact négatif sur le rétablissement des patients et le bien-être du personnel.

Pour des raisons très similaires, la réanimation est également catégorisée comme un endroit où la lumière et l'éclairage participent activement à la gêne ressentie par les patients. En effet, les équipements médicaux cités précédemment sont le plus souvent composés d'écrans qui émettent de la lumière rendant ainsi les chambres excessivement éclairées. De plus, afin d'assurer une prise en charge effective des patients, préconisant un éclairage vif et clair, la lumière est présente 24h/24h. Pour finir, l'architecture du service permet, au même titre que le bruit, de faire circuler la lumière librement entre les différentes zones, rendant ainsi le service (couloir et chambre) globalement très éclairé. La lumière est donc également considérée comme une source de nuisance très présente en réanimation qui participe à l'inconfort global ressenti par les patients. Par exemple, il a été prouvé qu'un niveau trop élevé de lumière a une corrélation négative sur la qualité du sommeil des patients<sup>29</sup> et que la lumière affecte

aussi les paramètres physiologiques des individus<sup>30</sup>. De plus, la lumière étant souvent jugée trop artificielle, des recommandations suggèrent de réduire l'exposition à la lumière artificielle afin d'augmenter la qualité et la durée du sommeil des patients<sup>30</sup>. Par ailleurs, l'absence de lumière naturelle fait partie des souvenirs communs aux patients qui survivent aux soins intensifs<sup>31</sup>. En résumé, la lumière utilisée dans les unités de réanimation peut être responsable de troubles du sommeil et de fatigue, ayant ainsi un impact négatif sur l'évolution de l'état de santé des patients et sur les performances du personnel.

La réanimation est aussi souvent identifiée comme un lieu duquel émanent des odeurs désagréables qui peuvent elles aussi être source d'inconfort. Par exemple, certains traitements médicaux, comme le soin des plaies peuvent produire des odeurs désagréables ou repoussantes. Les plaies malodorantes peuvent être pénibles pour les patients et leurs familles et avoir un impact négatif sur la qualité de vie<sup>32</sup>. Ensuite, certaines pathologies peuvent entraîner des odeurs. Les patients de réanimation étant dans un état critique, sont par définition plus sensibles aux infections. Certaines infections bactériennes telles que les infections urinaires peuvent être à l'origine d'urines malodorantes. Un exemple plus précis est celui des patients atteints d'insuffisance rénale dont l'air expiré peut avoir l'odeur d'ammoniac<sup>33</sup>. De plus, certaines affections et certains traitements peuvent affecter les capacités des patients à contrôler leurs fonctions corporelles. Ainsi, des odeurs désagréables peuvent émaner des déchets corporels issus des patients (vomissements, urines et matières fécales). Pour finir, certains produits de nettoyage comme les désinfectants utilisés dans les services hospitaliers peuvent également dégager des odeurs fortes plus ou moins désagréables.

### **3.3 – Les nuisances intrinsèques liées à l'organisation du service de réanimation**

L'organisation du service de réanimation peut être à l'origine de nuisances qui sont source de **souffrance physique** chez les patients.

Prenons l'exemple de la sensation de soif qui, en réanimation, peut survenir pour diverses raisons. D'une part, les patients peuvent ressentir cette sensation de soif en raison d'une diminution de l'apport en liquide qui peut être due à des difficultés à avaler ou à boire en

raison de conditions médicales ou en cas de nécessité d'interventions (ventilation mécanique). Cette sensation de soif peut aussi être liée à une perte de liquide (transpiration, miction, diarrhée) ou encore à la prise de certains médicaments pouvant altérer la production de salive et entraîner le syndrome de la bouche sèche (diurétiques, analgésiques, antibiotiques, antidépresseurs...). Dans de tels cas, des liquides peuvent être administrés par voie intraveineuse pour prévenir la déshydratation et satisfaire la sensation de soif. Néanmoins, la sensation de soif fait partie des souvenirs communs aux patients survivant à un séjour en réanimation<sup>31</sup>. De plus, ces patients associent l'expérience de la sensation de soif à des sentiments de désespoir, d'anxiété et d'impuissance<sup>34</sup>. La sensation de faim fait elle aussi partie des souvenirs communs de ces patients<sup>31</sup> et peut, de façon similaire à la soif, survenir pour divers motifs. D'une part, les patients peuvent avoir faim simplement en raison d'une diminution des apports alimentaires (condition médicale ou intervention). Ensuite, elle peut aussi être causée par la prise de certains médicaments qui accentuent la sensation de faim (antidépresseurs, stéroïdes). Pour finir, l'aspect stressant et anxiogène du service de réanimation peut être à l'origine d'une accentuation de la faim chez certains patients.

Une autre sensation, le froid, peut également être citée comme source d'inconfort physique chez les patients pouvant survenir en raison de différents facteurs dans ce type de service. Premièrement, afin d'éviter la propagation des infections et de réguler la température corporelle des patients, la chambre de réanimation doit être maintenue à une température ambiante comprise entre 22°C et 26°C<sup>35</sup>. Ensuite, la réalisation de certaines interventions (perfusion, transfusion) peut aussi générer une sensation de froid. Enfin, certains médicaments peuvent être responsables d'une aggravation d'une hypothermie déjà présente (benzodiazépines, neuroleptiques, antihypertenseurs) et la dissipation de l'anesthésie peut aussi entraîner des frissonnements. A l'inverse, on peut également citer la sensation de chaud rencontrée dans ce type de service qui peut être causée soit par une élévation de la température corporelle en cas d'infection soit par la prise de certains médicaments responsables d'hyperthermie (neuroleptiques, antidépresseurs, antimigraineux). Tout comme les éléments cités précédemment, la sensation de chaleur et/ou de froid font partie des souvenirs communs aux patients qui survivent aux soins intensifs<sup>31</sup>.

Dans ce type de service, la sensation d'essoufflement (ou dyspnée) fait également partie des sources d'inconfort fréquemment citées par les patients<sup>9</sup>. Ces difficultés respiratoires peuvent être causées par une multitude de conditions médicales sous-jacentes et peuvent nécessiter une intervention immédiate pour prévenir une insuffisance respiratoire. Par exemple, la dyspnée affecte la moitié des patients sous ventilation mécanique et provoque une souffrance intense immédiate<sup>36</sup>.

De plus, les nuisances propres à l'organisation du service de réanimation peuvent également entraîner une **souffrance psychologique** chez les patients.

À la suite d'un séjour en service de réanimation, les patients relatent souvent avoir éprouvé des difficultés à communiquer. Une étude réalisée sur 32 patients ventilés mécaniquement fait état de 25 patients ayant ressenti une incapacité à communiquer<sup>30</sup>. Par ailleurs, 9% des patients se souvenant d'avoir ressenti de l'inconfort en réanimation dans l'étude de Van De Leur et al., évoquent l'incapacité de parler comme une source d'inconfort<sup>9</sup>. Divers facteurs peuvent entraver leur communication tels que la mise en place d'une ventilation mécanique ou d'une trachéotomie pouvant rendre la parole difficile, ou encore la sédation entraînant somnolence et confusion. Si l'on prend l'exemple de l'élocution des patients trachéotomisés recevant une ventilation à pression positive, ces derniers ne réalisent généralement que des phrases courtes avec de longues pauses et ont des problèmes de volume et de qualité de la voix<sup>37</sup>. Ainsi, on comprend que ces obstacles à la communication peuvent entraîner des sentiments d'isolement, d'anxiété et de frustration chez les patients, ayant ainsi un impact négatif sur leur bien-être général et leur rétablissement.

En étroite corrélation, l'isolement intervient aussi comme un souvenir commun aux patients qui survivent aux soins intensifs<sup>31</sup>. En effet, les patients se retrouvent séparés de leur famille et de leurs proches et comparativement à d'autres services hospitaliers, les temps de visites sont restreints. Les limitations des visites font partie intégrante des conditions stressantes évoquées par les patients après un séjour en réanimation<sup>19</sup> ainsi que le manque d'accès à tous moyens de communication tel que le téléphone, limitant ainsi leur stimulation sociale et sensorielle. Ceci peut engendrer une crainte d'être abandonné par le personnel soignant, comme le suggère une étude réalisée sur 32

patients de réanimation où 9 patients ressentent cette crainte<sup>10</sup>. Tous ces paramètres favorisent une sensation de solitude et de déconnexion avec le monde extérieur.

Certains patients souffrent d'une altération de leur autonomie en raison de leur état de santé, mais également à cause du recours à des interventions et des dispositifs mis en place pour maintenir la vie et/ou des restrictions imposées à leurs mouvements et activités. En effet, la perte du contrôle de soi représente un des principaux facteurs de stress psychologique chez les patients de réanimation<sup>23</sup>. En conséquence, les patients peuvent ressentir de l'impuissance et de la frustration, entraînant notamment anxiété et perte de dignité. En raison de la surveillance et de l'observation constante par l'équipe soignante, de l'absence d'espaces privés et d'un accès limité aux effets personnels, certains patients souffrent d'une altération de leur intimité.

La perturbation du sommeil et la monotonie de l'environnement peuvent également avoir un impact négatif sur le bien-être émotionnel des patients. Un sommeil perturbé est associé à un dysfonctionnement du système immunitaire, à une moindre résistance aux infections, ainsi qu'à des altérations de l'équilibre azoté et de la cicatrisation des plaies<sup>38</sup>. La privation de sommeil fait d'ailleurs partie des sources d'inconfort les plus citées par les patients<sup>25</sup>. En effet, le rythme de surveillance strict mise en place est responsable d'une altération du rythme jour-nuit, d'une fragmentation du sommeil caractérisé par de fréquentes perturbations et un manque de temps passé dans les phases de sommeil réparateur. Dans une étude conduite sur 32 patients, 17 d'entre eux ont constaté une augmentation des troubles du sommeil pendant leur séjour et 28 se souviennent d'avoir rêvé avec un jugement personnel (0 = agréable, 10 = cauchemar) de 7,6/10<sup>10</sup>.

Pour finir, les patients doivent aussi faire face à l'information médicale et au diagnostic critique. En effet, en service de réanimation les patients sont confrontés à leur maladie et surtout, à la peur de mourir<sup>39</sup>. Dans l'étude mentionnée précédemment, parmi les 32 patients évalués, 22 ont ressenti un trouble anxieux diffus et 16 ont décrit une peur intense de mourir au moins une fois<sup>10</sup>. Cette information médicale, parfois jugée insuffisante, entraîne un manque de compréhension des attitudes et des procédures par les patients et sont recensés parmi les principaux facteurs de stress psychologique

évoqués<sup>23</sup>. Comme la plupart des facteurs cités précédemment, le manque d'information fait d'ailleurs partie des souvenirs communs aux patients sortant d'un séjour en réanimation<sup>31</sup>.

### **3.4 – Les nuisances extrinsèques**

Au-delà des différentes interventions médicales et des mécanismes de suppléance d'organes, la prise en charge des patients repose également sur l'administration de substances médicamenteuses pour permettre la compliance à ces derniers ou simplement en tant que traitements symptomatiques. Ces traitements peuvent également être à l'origine de nuisances qualifiées de nuisances extrinsèques.

La sédation par exemple, peut se définir comme l'utilisation de moyens médicamenteux ou non, destinée à assurer le confort physique et psychique du patient, et à faciliter les techniques de soins. Elle est donc étroitement liée à la notion de qualité de soins<sup>40</sup>. Diverses situations cliniques peuvent nécessiter le recours à la sédation telles que les états d'anxiété, les états d'agitation, la douleur ou l'adaptation à la ventilation mécanique. Les différentes thérapeutiques médicamenteuses pour réaliser la sédation regroupent entre autres, les morphinomimétiques (fentanyl, sufentanyl), les benzodiazépines (notamment le midazolam), le propofol et les curares (pancuronium, vécuronium, atracurium).

Prenons l'exemple du fentanyl, un analgésique opioïde cent fois plus puissant que la morphine et dont les principaux effets thérapeutiques sont analgésiques et sédatifs. Ce dernier peut être à l'origine d'une multitude d'effets indésirables sur la majorité des systèmes de l'organisme. En effet, suite à son administration sont fréquemment observés :

- Au niveau dermatologique : éruptions cutanées, érythèmes cutanés et prurit ;
- Au niveau ORL et stomatologie : vertiges, hyposialie et xérostomie ;
- D'un point de vue psychiatrique : confusion mentale, dépression, hallucination, insomnie et nervosité ;
- Pour le système cardiovasculaire : hypertension artérielle, tachycardie, palpitations et malaises ;

- D'un point de vue digestif : nausées, vomissements, diarrhées, dyspepsie, douleur abdominales et épigastriques ;
- Au niveau du système musculosquelettique : contractures et spasmes musculaires ;
- Au niveau du système nerveux : céphalée, paresthésie, somnolence, tremblement ;
- Mais également : dyspnée, dépression respiratoire, rétention urinaire, anorexie, asthénie, fièvre, sensation de froid, et réactions d'hypersensibilité<sup>41</sup>.

Tous ces effets indésirables ont contribué à promouvoir l'emploi des benzodiazépines et notamment du midazolam. Ce dernier possède à la fois des propriétés sédatives et hypnotiques puissantes mais également des propriétés anxiolytiques, anti-convulsivantes et myorelaxantes<sup>42</sup>. Néanmoins, l'administration de benzodiazépines peut être responsable de divers effets indésirables à court et à long terme pour les patients. Premièrement, les effets à court terme regroupent : confusion, somnolence, constipation, étourdissements, pertes de mémoire, faiblesse musculaire, problèmes d'élocution et perte de coordination et d'équilibre. De manière moins fréquente, certains patients peuvent aussi éprouver : des délires et des hallucinations, une anxiété soudaine, des réactions cutanées, de la nervosité et de l'agitation, de l'irritabilité et de l'agressivité ou une sensation d'euphorie. Par ailleurs, parmi les effets à long terme on retrouve une dépendance physique, un risque de tolérance et des problèmes d'apprentissage et de concentration. Par ailleurs, le propofol, un anesthésique général d'action rapide permettant un contrôle facile du niveau d'anesthésie et un réveil généralement rapide, peut notamment entraîner de manière fréquente des troubles au niveau du système cardiovasculaire (bradycardie, hypotension artérielle, thrombose et douleur au point d'injection), des troubles respiratoires (apnée), des troubles digestifs (nausées, vomissements) et des troubles du système nerveux (céphalées)<sup>43</sup>.

Comme décrit précédemment, dans un service de réanimation la prise en charge médicamenteuse nécessite également la mise en place de traitements symptomatiques eux aussi susceptibles d'entraîner divers effets secondaires plus ou moins désagréables et/ou inconfortables pour les patients. Parmi les médicaments les plus utilisés dans ce type de service, on retrouve notamment les antibiotiques utiles pour la lutte contre les

infections. Les antibiotiques peuvent être responsables par exemple de réactions allergiques (démangeaisons, urticaire, éruption cutanée pouvant aller jusqu'à l'éruption bulleuse, ou œdème de Quincke et choc anaphylactique) et de troubles digestifs (nausées, diarrhées, ballonnements, douleurs abdominales)<sup>44</sup>. Ensuite, les catécholamines (noradrénaline, adrénaline et dopamine) utilisés notamment pour augmenter la pression artérielle et maintenir un flux sanguin constant vers les différents organes vitaux, peuvent engendrer des troubles cardiovasculaires sérieux (hypertension ou hypotension artérielle, arythmie, trouble de la conduction cardiaque)<sup>45-47</sup>. Les agents anticoagulants ainsi que les anti-agrégants plaquettaires aident également à lutter contre le risque de formation de caillots sanguins dont l'effet secondaire le plus préoccupant est l'augmentation du risque de saignements<sup>48</sup>. Les bronchodilatateurs, utilisés pour détendre le muscle lisse des voies respiratoires et améliorer la respiration des patients peuvent aussi entraîner divers effets secondaires (tremblements, palpitations, crampes musculaires)<sup>49</sup>. Pour finir, les corticoïdes, administrés afin de réduire les états inflammatoires (asthme, septicémie, syndrome de détresse respiratoire aiguë) peuvent être responsables de plusieurs effets secondaires (dépression, agitation, insomnie, hypertension artérielle, augmentation de la glycémie, cataracte, gonflement du visage, fonte musculaire et amincissement de la peau, etc.)<sup>50</sup>.

Qu'ils soient liés à des traitements facilitant la compliance aux mécanismes de suppléance d'organe ou à la mise en place de traitements symptomatiques, tous ces effets indésirables participent à l'inconfort général ressenti par les patients de réanimation. La sédation continue et prolongée peut, par exemple, être à l'origine de troubles psychiatriques telles que la confusion, les hallucinations ou la dépression. D'ailleurs, Van de Leur et al. révèle que les hallucinations sont la deuxième source de malaise la plus fréquemment citée par les patients (32%)<sup>9</sup>. Le parcours de soin des patients admis en réanimation étant soumis à des agressions multifactorielles, il peut être à l'origine de souffrances aussi bien physiques que psychologiques et engendrer des traumatismes. Une hospitalisation en réanimation durant laquelle des sources potentielles d'inconfort seraient insuffisamment contrôlées pourrait d'ailleurs favoriser la survenue d'états d'agitation et de confusion durant le séjour en réanimation, et à distance, augmentant le risque de développement d'un état de stress post-traumatique.

## II – Impact de l'inconfort global sur les facultés cognitives des patients

### 1) Les facultés cognitives durant le séjour en réanimation

L'inconfort général ressenti par les patients de réanimation résulte de la combinaison de différents symptômes qui, s'ils sont insuffisamment contrôlés, sont susceptibles d'avoir un impact négatif sur leur pronostic. En effet, dans ce type de service, la survenue d'états d'agitation ou de troubles cognitifs est très fréquemment observée et perturbe la prise en charge des patients notamment en induisant un risque de complications non négligeable.

- L'**agitation** ou **delirium** est la manifestation la plus courante de dysfonctionnement cérébral chez des patients en situation critique<sup>51</sup>. Elle est définie comme une hyperactivité psychomotrice spontanée ou réactionnelle, paraissant inadaptée et s'accompagnant d'une perte du contrôle des pensées et des actes. Il faut savoir la différencier de l'incompréhension ou du refus de soin en réanimation<sup>52</sup>. Dans une étude réalisée sur 48 patients admis en réanimation, 39 ont développé un état d'agitation<sup>53</sup>.
- La **confusion** ou **syndrome confusionnel** est défini comme un dysfonctionnement cérébral aigu responsable de troubles fluctuants de la vigilance, de l'attention, de la compréhension et aussi de la mémorisation. Elle comporte des modifications comportementales et une altération de la conscience<sup>52</sup>. Ainsi, les patients confus peuvent présenter des difficultés de compréhension de leur environnement, des difficultés à traiter les informations et à communiquer efficacement avec les prestataires de soins et souffrir de désorientation, d'hallucinations, de délire et de perte de mémoire. En pratique, en réanimation, elle est souvent assimilée au délire.

Dans un effort collectif visant à réduire la prévalence de ces troubles mentaux, de nombreux facteurs de risques ont été identifiés afin de tenter de les maîtriser. En effet, lorsque ces troubles sont détectés, une démarche diagnostique rigoureuse doit être mise en place afin d'en identifier rapidement les causes réversibles.

## **1.1 – Agitation et confusion : principaux facteurs de risques**

### 1.1.1 – Facteurs associés à la pathologie

Pour commencer, si l'on regarde du côté des défaillances d'organes, plusieurs facteurs de risque pour le développement d'un état d'agitation peuvent être identifiés. Par exemple, en cas d'insuffisance rénale, les patients peuvent présenter des complications neurologiques (on parle d'encéphalopathie urémique) se manifestant par une asthénie intellectuelle, une diminution de la vigilance et une difficulté à soutenir l'attention et à se concentrer.<sup>54</sup> L'insuffisance rénale peut également entraîner, en raison de la diminution de la clairance à la créatinine, des surdosages médicamenteux. La survenue de troubles des fonctions de l'organisme en réaction à l'absorption d'une substance étrangère à dose toxique est appelée intoxication médicamenteuse. Une intoxication médicamenteuse peut être caractérisée par plusieurs types de symptômes et notamment des manifestations nerveuses telles que la somnolence, la confusion mentale, les hallucinations, les tremblements, la perte d'équilibre ou des difficultés à communiquer. Par ailleurs, une complication fréquemment observée en cas d'insuffisance hépatique, est l'encéphalopathie hépatique. Elle est caractérisée par plusieurs stades cliniques définis en fonction des signes neuropsychiatriques présentés par les patients tels que : confusion, euphorie, dépression, irritabilité, troubles du sommeil, mais aussi, somnolence et modification de la personnalité ou encore désorientation, amnésie et accès de fureur.<sup>55</sup> Ensuite, de nombreuses causes métaboliques peuvent également être à l'origine d'un état d'agitation chez les patients de réanimation. Les dysnatrémies sont les causes métaboliques les plus fréquemment observées. Dans une étude prospective réalisée sur 182 patients, elles ont été identifiées comme facteur de risque indépendant significativement associé au développement de l'agitation chez les patients des soins intensifs (OR = 4.95).<sup>56</sup> Ensuite, l'hypoglycémie fait partie des facteurs de risque à dépister systématiquement car elle peut également être associée à l'apparition de délire. En effet, dans une étude réalisée sur des patients diabétiques admis en réanimation, ceux qui ont subi des épisodes d'hypoglycémie avaient une incidence significativement plus élevée de délire.<sup>57</sup> D'autres causes métaboliques telles qu'une hyperosmolarité<sup>58</sup>, une hypercalcémie<sup>58</sup> ou une hypophosphorémie<sup>59</sup> peuvent également être citées comme facteurs de risque potentiel de développement d'un état confusionnel.

Par ailleurs, l'hypoxie, qui survient lorsque l'apport en oxygène est trop faible par rapport à la demande au niveau cellulaire, peut également être citée comme facteur de risque du développement d'un état d'agitation. En effet, en cas d'oxygénation insuffisante au niveau cérébral, d'importants déficits neurologiques peuvent être observés. L'hypoxie peut notamment altérer plusieurs domaines cognitifs tels que l'attention, l'apprentissage et la mémoire, la vitesse de procession et les fonctions exécutives.<sup>60</sup> Prenons l'exemple du syndrome d'apnées obstructives du sommeil (SAOS), un trouble du sommeil se caractérisant par des apnées répétitives, une hypoxie chronique, une désaturation en oxygène et une hypercapnie fréquemment observé chez les patients opérés. En effet, le SAOS a notamment été suggérée comme un facteur de risque de développement du délire et de douleurs postopératoires<sup>61</sup> et une autre étude a démontré que la présence d'un SAOS était associée de manière indépendante à la survenue d'un délire après une chirurgie.<sup>62</sup>

Pour finir, la septicémie (ou sepsis), qui correspond à une inflammation généralisée de l'organisme d'origine infectieuse, fait également parti des facteurs de risque susceptibles d'entraîner le développement d'un état d'agitation ou de confusion. En effet, dans l'étude mentionnée précédemment, le sepsis a été identifié comme facteur de risque indépendant significativement associé au développement de l'agitation chez les patients des soins intensifs (OR = 2.61)<sup>56</sup>. La phase aiguë du sepsis s'accompagne souvent d'une encéphalopathie associée au sepsis<sup>63</sup>, qui, en raison de l'association de défaillances d'organes et de processus inflammatoires intenses peut conduire à de réelles lésions cérébrales. Le délire associé au sepsis est d'ailleurs très bien décrit dans la littérature<sup>64</sup>.

### 1.1.2 – Facteurs liés à l'hôte

Du point de vue de l'hôte, l'âge a été identifié comme un facteur de risque solide pour le développement du délire car fréquemment observé chez les personnes âgées de 65 ans ou plus<sup>65</sup>. En effet, une étude a permis de démontrer que pour les personnes âgées de plus de 50 ans admis dans une unité de soins intensifs chirurgicaux, le risque de délire augmente de 10%<sup>66</sup>. Une autre étude a mis en évidence que chez les personnes âgées de plus de 90 ans, la prévalence et les séquelles du délire sont importantes<sup>67</sup>.

Par ailleurs, les antécédents médicaux jouent également un rôle important dans la survenue d'épisodes d'agitation. Du point de vue psychologique, il a été démontré qu'un nombre important de patients âgés des unités de soins intensifs présentent des troubles cognitifs préexistants à leur admission dans l'unité<sup>68</sup>. Ces patients sont reconnus comme étant particulièrement à risque de développer un delirium. Il est donc important de connaître les antécédents et l'état mental basal du patient afin de pouvoir établir un lien de causalité avec les troubles observés durant le séjour en réanimation et ainsi mettre en place une prise en charge adéquate. D'autres affections peuvent également favoriser l'apparition d'états d'agitation et de confusion. Par exemple, une étude a montré que le risque de développer un délire était plus élevé (OR = 1,88) chez les personnes ayant des antécédents d'hypertension<sup>69</sup>. Les déficits sensoriels sont également identifiés comme des facteurs de risque importants pour le delirium. Il a d'ailleurs été démontré qu'une mauvaise connaissance ou une négligence de troubles visuels et auditifs peuvent aussi être à l'origine de troubles du comportement. Dans une étude multicentrique réalisée sur 3038 patients, les résultats permettent d'affirmer que les patients atteints de délire ont une prévalence plus élevée de déficience auditive, de déficience visuelle et de déficience bi-sensorielle<sup>70</sup>.

Le sevrage éthylique intervient également comme facteur clé dans le risque de développer un état d'agitation et de confusion. En effet, dans une étude mentionnée précédemment, des antécédents d'abus d'alcool ont été identifiés comme facteur de risque indépendant significativement associé au développement de l'agitation chez les patients des soins intensifs (OR = 3,32)<sup>56</sup>. Une autre étude permet d'appuyer ce propos en statuant que le risque de développer un délire est statistiquement plus élevé chez les personnes ayant des antécédents d'alcoolisme (OR = 2,03)<sup>69</sup>.

Pour finir, le sevrage nicotinique et le sevrage des autres substances ont également été identifiés comme des facteurs de risque dans le développement du délire. Une étude a d'ailleurs clairement identifié les antécédents de tabagisme comme étant associés de manière statistiquement significative au délire<sup>71</sup>. Quant à la consommation de substances psychoactives, cette dernière a été identifiée comme facteur de risque indépendant le plus significativement associé au développement de l'agitation chez les patients des soins intensifs (OR = 5,63)<sup>56</sup>.

### 1.1.3 – Causes iatrogéniques et facteurs liés à la réanimation

Du point de vue des causes iatrogéniques, de nombreux médicaments peuvent être incriminés dans la survenue de troubles du comportement en réanimation. Par exemple, une étude a démontré que l'utilisation de l'analgésie péridurale et de la morphine étaient associés de manière statistiquement significative au délire<sup>71</sup>. D'autre part, la mise en place d'une ventilation mécanique de manière prolongée est aussi identifiée comme un facteur favorisant l'apparition d'état d'agitation ou de délire<sup>72</sup>. En effet, les patients ventilés mécaniquement sont placés sous sédation et il a été prouvé que les sédatifs et les analgésiques augmentaient le risque de délire lorsqu'ils étaient utilisés pour induire un coma (OR = 3,2)<sup>69</sup>. Une étude observationnelle multicentrique a d'ailleurs révélé que les patients atteints de délire ont reçu une dose cumulative plus élevée de lorazépam et de fentanyl<sup>73</sup>, suggérant ainsi que leur utilisation serait susceptible d'accentuer le risque de développer un délire. Dans une autre étude l'utilisation de sédatifs a également été identifiée comme facteur de risque indépendant significativement associé au développement de l'agitation chez les patients des soins intensifs (OR = 4.03)<sup>56</sup>. D'ailleurs, une diminution de l'incidence du délire suite à l'application de protocoles d'intervention non pharmacologiques à plusieurs populations de patients a été précédemment rapportée<sup>74</sup>. Si l'on prend l'exemple des traitements par benzodiazépines, les patients concernés sont identifiés comme particulièrement à risque de développer un délire. En effet, en cas d'arrêt brutal des benzodiazépines, un état de délire de sevrage sévère peut être observé<sup>75</sup>. Pour finir, les agents anticholinergiques qui, comme leur nom l'indique, visent à réduire les effets de l'acétylcholine (neuromédiateur du système nerveux central et périphérique) sont également très utilisés dans ce type de service. Ici, les effets indésirables qui nous intéressent sont la conséquence directe du blocage des récepteurs cholinergiques centraux entraînant ainsi confusion, hallucinations, délire et troubles mnésiques.

Véritable agression pour les patients, un séjour en service de réanimation est source de stress et d'inconfort et peut en conséquence être à l'origine de troubles du comportement. Ainsi, de nombreux facteurs de risque pour le développement d'état d'agitation et de délire sont directement liés à l'environnement présent dans ce type de service.

Commençons par la douleur, qui est une des premières causes d'agitation en réanimation<sup>52</sup> et qui contribue de manière significative au développement du délire dans ces unités. Elle est identifiée comme l'un des facteurs de risque les plus significatifs. En effet, plusieurs études ont révélé une forte association entre la douleur et le délire chez les patients de réanimation. Dans l'une d'entre elles réalisée sur 361 patients, une association a été établie entre des niveaux de douleur plus élevés et le développement du délire. Les résultats suggèrent qu'une gestion adéquate de la douleur pourrait réduire le risque de développer un délire.<sup>76</sup> Ainsi, les patients ressentant de la douleur seraient globalement plus susceptibles de développer un délire.

L'altération du sommeil est également identifiée comme un facteur favorisant l'apparition de troubles du comportement. En effet, le sommeil est un élément essentiel jouant de nombreux rôles importants d'un point de vue des fonctions immunologiques, cognitives et musculaires. D'ailleurs, une incidence de plus de 50% a été démontrée pour les troubles du sommeil au sein des patients admis en réanimation<sup>77</sup>. Bien que la relation de causalité reste controversée, des études ont démontré de nombreuses similitudes entre les profils cliniques et physiologiques des patients atteints de délire et souffrant de privation de sommeil<sup>78</sup>. En effet, il existe une relation étroite entre la perturbation du système circadien et le développement du délire<sup>79</sup>. D'ailleurs, la Society of Critical Care Medicine a identifié la privation de sommeil comme un facteur important dans le développement du delirium chez les patients adultes en unité de soins intensifs<sup>80</sup>. De plus, une étude a permis de démontrer que la mise en œuvre d'interventions favorisant le sommeil dans le cadre des soins de routine était associée à des améliorations significatives de l'incidence du délire en réanimation.<sup>81</sup> Le bruit, étant un facteur clé dans la perturbation du sommeil, intervient aussi comme facteur de risque non négligeable dans le développement du délire. Une étude s'est d'ailleurs penché sur ce sujet et met en évidence qu'une intervention simple pour lutter contre le bruit (mise en place de bouchons d'oreilles) peut jouer un rôle important dans la réduction du risque de délire<sup>82</sup>. L'exposition répétée à la lumière artificielle joue également son rôle dans les troubles du sommeil éprouvés par les patients. D'ailleurs, une étude a permis de démontrer que l'exposition à la lumière naturelle était associée à une incidence plus faible de délire dans l'unité de soins intensifs<sup>83</sup>.

Si l'on regarde du côté des désordres psychologiques, l'anxiété et la dépression sont des troubles mentaux fréquemment rencontrés chez les adultes admis en unité de soins intensifs. Une étude a permis d'évaluer l'association entre l'anxiété et la dépression et l'apparition du délire en unité de soins intensifs. La conclusion étant qu'anxiété et dépression sont associées à une augmentation de la fréquence du délire<sup>84</sup>. Ces désordres psychologiques peuvent être accentués par la durée du séjour. En effet, il a été démontré que la proportion de patients présentant un délire augmentait avec la durée du séjour. Dans une étude sur le sujet, plus de 67% des patients séjournant en réanimation plus de 14 jours ont connu au moins 1 jour de délire<sup>85</sup>.

Au niveau des désordres physiques, comme abordé dans la partie précédente, la sensation de soif est un symptôme pénible fréquemment relaté par les patients dans ce type de service. Bien que l'association entre la soif et le délire ne soit pas encore bien documentée, une étude s'est penchée sur le sujet. Les résultats montrent que les patients qui souffraient d'une soif intense persistante (plus de 24 heures) avaient un risque plus élevé de délire que ceux qui ne souffraient pas d'une soif intense. Plus précisément, le risque de délire était 4,95 fois plus élevé chez les patients souffrant d'une soif intense persistante<sup>86</sup>. Ainsi, cela suggère que la soif intense pourrait être un facteur de risque de délire chez les patients, bien que des recherches supplémentaires soient nécessaires pour le confirmer. Parmi ces souffrances physiques, la sensation de chaleur également déjà évoquée, fait partie des symptômes les plus rapportés par les patients de réanimation. Si l'on se concentre sur la sensation de chaud causée par une élévation de la température corporelle, une étude a permis de démontrer que les patients ayant de la fièvre (définie par une température corporelle  $>38^{\circ}\text{C}$ ) étaient statistiquement plus susceptibles (OR = 4,52) de développer une agitation que ceux qui n'avaient pas de fièvre<sup>56</sup>.

En réanimation, un état d'agitation aigu relève de l'urgence thérapeutique. En effet, ce type d'état peut compliquer la prise en charge et aggraver le pronostic ultérieur des patients. Ainsi, une bonne connaissance des facteurs de risque devient primordiale afin de hiérarchiser les diagnostics et de mettre en place une prise en charge efficace et durable.

## 1.2 – Agitation et confusion : conséquences et répercussions

La confusion a un impact direct sur la prise en charge des patients. Par exemple, il a été démontré que des patients agités étaient soumis à un traitement par ventilation mécanique de plus longue durée que les patients non agités<sup>73</sup>. Or, on sait que la ventilation mécanique est permise par la sédation, elle-même identifiée comme facteur de risque de développer un état d'agitation. On comprend ainsi la criticité de l'état des patients présentant un délire et l'enjeu majeur autour de leur prise en charge. Parallèlement, on retrouve une influence directe de l'agitation sur la iatrogénie. En effet, la confusion accentue les troubles observés consécutivement à un traitement médical ou à la prise de médicaments. La confusion serait notamment susceptible d'accentuer le risque d'automutilation et le risque de retrait accidentel d'équipements médicaux. Une étude réalisée sur 182 patients de réanimation a permis de démontrer que des patients agités étaient plus susceptibles de présenter des auto-extubations (17% vs 2%,  $p = 0.003$ )<sup>56</sup>. De façon similaire, les patients agités étaient plus à même de présenter des retraits cathéter veineux central imprévus (16% vs 1%,  $p = 0.001$ )<sup>56</sup>. La confusion est donc associée à une morbidité accrue<sup>71</sup>. D'ailleurs, cette étude a également mis en évidence que les patients agités étaient plus susceptibles de développer des infections nosocomiales (infections contractées à l'hôpital). En effet, 34% des patients agités ont développé des infections contre seulement 7% des patients non agités ( $p < 0.0001$ )<sup>56</sup>.

Des états d'agitation et de confusion ont également une incidence directe sur la durée du séjour en réanimation. Cette relation de causalité est aujourd'hui très bien documentée dans la littérature scientifique et permet d'affirmer que la confusion augmente la durée du séjour en réanimation. Par exemple, l'étude mentionnée précédemment a révélé que les patients agités pendant leur séjour ont eu une durée de séjour significativement plus longue que les patients non agités (16+/-19 jours vs 6+/-6 jours,  $p = 0.0001$ )<sup>56</sup>. Plus récemment, une autre étude a permis de tirer des conclusions similaires i.e. durée de séjour significativement plus longue (11,5+/-11,5 jours contre 4,4+/-3,9 jours) chez des patients ayant développé un delirium pendant leur séjour<sup>69</sup>. Mais, la confusion a également un impact plus global car elle influe également sur la durée du séjour hospitalier. En effet, cette étude a également montré que les patients ayant développé un delirium avaient une durée de séjour à l'hôpital significativement plus

longue (18,2+/-15,7 jours contre 13,2+/-19,4 jours)<sup>69</sup>. En utilisant une analyse multivariée, une autre étude a d'ailleurs permis d'affirmer que le délire était le facteur prédictif le plus important de la durée du séjour à l'hôpital ( $p = 0.006$ )<sup>53</sup>. Le délire prolonge non seulement la durée du séjour, mais il entraîne également une augmentation du taux de réadmission et donc des coûts économiques<sup>87</sup>. Par ailleurs, les patients ayant souffert de délires auraient une incidence plus élevée de séquelles cognitives à long terme<sup>88</sup>.

Du point de vue de la mortalité, il est intéressant de noter que l'étude citée précédemment n'a pas révélé d'association significative avec l'agitation. Plus précisément, dans cette étude, 12% des patients agités sont décédés, contre 8% des patients non agités<sup>56</sup>. Ici, l'incidence du délire sur la mortalité reste controversée. Néanmoins, une étude plus récente a permis de mettre en évidence un impact statistiquement significatif du délire sur la mortalité. En effet, parmi les 764 patients, ceux qui ont développé un délire avaient un taux de mortalité en unité de soins intensifs (19.7% vs. 10.3%) et un taux de mortalité hospitalière (26.7% vs. 21.4%) plus élevés que les patients n'ayant pas présenté de délire<sup>69</sup>. Une autre étude permet d'affirmer que le délire est un facteur prédictif indépendant d'une mortalité plus élevée à 6 mois. En effet, ici les patients ayant développé un délire avaient un taux de mortalité à 6 mois plus élevé que les autres patients (34% contre 15%)<sup>88</sup>.

Les états d'agitation sont des phénomènes très fréquemment rencontrés en réanimation, associés notamment à des résultats négatifs pour les patients et qui prédisent de manière indépendante la mortalité et de multiples morbidités. En effet, la survenue d'un état d'agitation peut entraîner des répercussions à court terme notamment sur l'évolution de l'état de santé des patients pendant leur séjour ainsi que des répercussions à long terme sur leur rétablissement et leur qualité de vie ultérieure. Par ailleurs, cette situation aux conséquences délétères peut également avoir un impact sur les membres de la famille et le personnel médical qui prend en charge le patient. Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent que les états d'agitation constituent un facteur prédictif important de l'aggravation de l'état des patients qu'il est nécessaire de surveiller étroitement et de prendre en charge efficacement afin de pouvoir garantir la sécurité et le confort du patient.

## 2) Les facultés cognitives au décours du séjour en réanimation

### **2.1 – Absence de souvenirs et/ou souvenirs négatifs du séjour**

L'évaluation rétrospective de l'inconfort perçu pendant le séjour n'est pas aisée car le souvenir des événements stressants peut être altéré par divers facteurs tels que la sédation ou la sévérité de la maladie. Cette souffrance physique et psychique ressentie par les patients pendant leur séjour en réanimation n'est donc pas sans conséquence sur la mémorisation de ce dernier. En effet, la plupart des patients sortant n'ont généralement pas ou peu de souvenirs de leur séjour ou alors se souviennent d'hallucinations, de cauchemars ou de délires paranoïaques. Par ailleurs, certains patients ne se souviennent que de sensations négatives telles que la douleur ou le manque de sommeil ressenties pendant leur séjour.

Pour rappel, la mémoire est la fonction qui nous permet d'intégrer, conserver et restituer des informations pour interagir avec notre environnement. Elle rassemble les savoir-faire, les connaissances, les souvenirs<sup>89</sup>. Plusieurs études nous permettent de définir de façon précise l'impact d'un séjour en réanimation sur la mémoire. La première fait état d'une mémoire le plus souvent altérée pour les patients. Ici, le score médian de souvenir factuel des patients était significativement inférieur à celui des patients du groupe contrôle<sup>9</sup>. Ensuite, une étude a été réalisée afin d'interroger 250 patients sur leur mémorisation du séjour, 5 jours après leur sortie de l'unité de soins intensifs. Ici, 82% des patients se souvenaient de leur séjour en réanimation, tandis que 18% ne s'en souvenaient pas. De plus, parmi les patients ayant des souvenirs de leur séjour, 34% d'entre eux avaient des souvenirs délirants<sup>90</sup>. Une autre étude a été menée en questionnant les patients sur leur souvenir d'événements qui seraient survenus avant qu'ils ne reprennent conscience dans le service de réanimation. Les résultats sont les suivants : 64,7% des patients ne se souvenaient d'aucun événement avant d'avoir repris conscience alors que 17% des patients ont indiqué qu'ils se souvenaient du tube trachéal ou d'être sous respirateur avant de se réveiller. Ainsi, les patients ont fait état d'une forte incidence de souvenirs d'événements désagréables, qu'ils pensaient comme ayant eu lieu avant de reprendre conscience. Ces patients ont également été interrogés sur leurs rêves et ceux qui sont restés plus de 24 heures dans le service ont fait état d'une mémoire vive pour les

cauchemars et les hallucinations. En effet, certains (21,1%) ont fait état de rêves ou de sensations oniriques, d'autres (9,3%) se sont souvenus de cauchemars, tandis que 6,6% des patients ont fait état d'hallucinations<sup>91</sup>.

## **2.2 – Anxiété-dépression et syndrome de stress post-traumatique**

Plusieurs études permettent d'affirmer que la mémorisation du séjour (absence de souvenirs, souvenirs négatifs ou délirants) a un impact direct sur l'état psychologique des patients. L'une d'entre elles révèle d'ailleurs l'interprétation subjective de l'expérience des soins intensifs comme un facteur prédictif cohérent d'une issue émotionnelle défavorable<sup>92</sup>. Plus précisément, une autre étude a permis de mettre en évidence que la présence de souvenirs délirants était significativement corrélée à l'anxiété<sup>93</sup>. C'est la raison pour laquelle, consécutivement à des troubles de la mémorisation, des conséquences émotionnelles négatives (anxiété, dépression et stress post-traumatique) ont été identifiées chez les patients sortant de soins intensifs.

L'anxiété peut être définie comme un trouble psychique émotionnel caractérisé par une inquiétude pénible, une tension nerveuse causée par l'incertitude ou l'attente. Il s'agit d'une réaction normale qui peut devenir pathologique. L'anxiété fait partie des troubles fréquemment observés chez les patients après un séjour en réanimation. Une étude a d'ailleurs été réalisée afin de mesurer les niveaux d'anxiété, de dépression et de stress post-traumatique chez des patients ayant survécu à un séjour en réanimation. Trois et neuf mois après la sortie, 24% des patients étaient considérés comme présentant des troubles anxieux<sup>94</sup>. Dans une autre étude réalisée à l'aide d'un questionnaire envoyé par la poste, 38 (47%) des 80 patients ayant entièrement répondu ont fait état d'une anxiété et d'une dépression cliniquement significatives<sup>95</sup>.

La dépression est un trouble psychique se caractérisant par des perturbations de l'humeur (tristesse, perte de plaisir) entraînant une vision pessimiste du monde et de soi-même. Tout comme pour l'anxiété, après un séjour en réanimation, il est fréquent d'observer des patients sujets à des épisodes dépressifs. Dans l'étude mentionnée précédemment, l'incidence de la dépression était plus élevée avec 35% des patients

présentant des symptômes de dépression à 3 mois et 47% à 9 mois<sup>94</sup>. Par ailleurs, une méta-analyse (14 études, n = 1213) suggère que les symptômes dépressifs et les troubles dépressifs sont relativement fréquents dans la population étudiée. En effet, cette revue systématique estime la prévalence de symptômes dépressifs à 28% et celle des troubles dépressifs à 33% dans l'ensemble des études<sup>96</sup>. De plus, les quelques études portant sur les problèmes psychologiques à plus long terme liés à un séjour en réanimation font état d'un isolement social avec des patients évitant la compagnie et montrant moins d'affection à leur partenaire<sup>97</sup>.

Le syndrome de stress post-traumatique (SSPT) est un trouble psychiatrique potentiellement grave se traduisant par une souffrance morale et des complications physiques qui altèrent profondément la vie personnelle, sociale et professionnelle. Traditionnellement, le SSPT est associé à des facteurs de stress traumatiques tels qu'une agression violente, le fait d'avoir participé à un combat ou d'avoir survécu à une catastrophe naturelle<sup>98</sup>. Récemment, des études ont démontré que les expériences traumatisantes associées à un séjour en réanimation peuvent entraîner des souvenirs traumatisants et ainsi induire un syndrome de stress post-traumatique. L'étude mentionnée plus haut fait état d'une proportion importante des patients présentant des signes d'anxiété et de dépression jusqu'à neuf mois après leur séjour en réanimation. Mais, la plupart d'entre eux présentent également des symptômes indiquant un stress post-traumatique<sup>94</sup>. Dans l'autre étude précédemment mentionnée, 30 (38%) des 80 patients ayant complètement rempli le questionnaire ont signalé des symptômes significatifs de stress post-traumatique<sup>95</sup>. Une étude portant sur la détresse psychologique des patients deux mois après leur séjour en unité de soins intensifs a révélé que des niveaux élevés de symptômes d'anxiété, de dépression et d'état de stress post-traumatique aigu étaient présents chez 4,9%, 7,5% et 8,4% des 226 patients, respectivement. Cette étude a également permis de mettre en évidence que la détresse psychologique deux mois après le séjour en réanimation était relativement fréquente et qu'elle était associée à des expériences en réanimation jugées extrêmement stressantes et à des niveaux élevés d'anxiété et de dépression cinq jours après la sortie de l'unité de réanimation<sup>99</sup>. Toutefois, l'estimation précise de la prévalence du SSPT parmi les patients sortants d'un séjour en réanimation reste controversée. En effet, dans une revue de la littérature conduite par l'analyse de 16 articles scientifiques pour un total d'environ 920

patients, les taux de prévalence variaient de 5% à 63%. La conclusion de cette étude est que les taux de prévalence élevés rapportés dans la littérature sont susceptibles d'être surestimés en raison de limitations (biais de sélection, perdus de vue, moindre utilisation de méthodes de diagnostic) des études menées à ce jour<sup>98</sup>. Une autre revue réalisée sur 30 articles scientifiques arrive à des conclusions similaires et statue que la prévalence réelle du SSPT ainsi que la méthode et le moment optimal d'évaluation de ce dernier, n'ont pas encore été clairement déterminés dans la population étudiée<sup>100</sup>.

Il est important de noter que le SSPT n'affecte pas que les patients ayant survécus à un séjour en réanimation. En effet, l'admission d'un proche dans ce type de service est un événement stressant qui peut provoquer des symptômes de stress post-traumatique chez les personnes qui l'entourent. Une étude portant sur la prévalence de ce problème a été réalisée en interrogeant les membres de la famille de 284 patients admis en unité de soins intensifs. L'étude a révélé que parmi les personnes interrogées, 94 (33,1%) présentaient des symptômes de stress post-traumatique correspondant à un risque modéré ou majeur de développer un SSPT. Plus précisément, des taux plus élevés de symptômes de stress post-traumatique ont été constatés chez les membres de la famille qui estimaient que les informations étaient incomplètes (48,4%), qui participaient à la prise de décision (47,8%), dont le proche est décédé dans le service (50%) ou après des décisions de fin de vie (60%) et chez ceux qui participaient aux décisions de fin de vie (81,8%)<sup>101</sup>. Par ailleurs, l'étude a également montré que pour les membres de la famille, une réaction de stress post-traumatique sévère était associée à une augmentation des taux d'anxiété et de dépression et à une diminution de la qualité de vie<sup>101</sup>. Ainsi, l'expérience d'un proche admis en soins intensifs peut avoir des effets psychologiques significatifs sur les membres de la famille. Tout ceci souligne l'importance de fournir des informations complètes et claires aux membres de la famille et de veiller à ce qu'ils soient soutenus de manière adéquate tout au long du processus.

### **2.3 – Impact sur la qualité de vie**

Un séjour en réanimation est souvent synonyme d'exposition au stress physique et psychologique, laissant la plupart des patients avec des séquelles émotionnelles durables et des symptômes psychologiques persistants qui nuisent à leur qualité de vie.

Par exemple, les symptômes dépressifs, fréquents après un séjour en réanimation, ont un impact négatif sur la qualité de vie. En effet, il a été démontré qu'ils étaient associés à une qualité de vie nettement plus faible<sup>96</sup>.

Dans le domaine de la santé, lorsque l'on fait référence à la qualité de vie, la définition communément citée est celle publiée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 1993 : "La qualité de vie est définie comme la perception qu'un individu a de sa place dans la vie, dans le contexte de la culture et du système de valeurs dans lequel il vit, en relation avec ses objectifs, ses attentes, ses normes et ses inquiétudes. C'est donc un concept très large qui peut être influencé de manière complexe par la santé physique du sujet, son état psychologique et son niveau d'indépendance, ses relations sociales et sa relation aux éléments essentiels de son environnement" (*World Health Organization*, 1993). Le concept de qualité de vie a émergé dans les années 1970 comme un critère important de l'évaluation en santé. Le critère de survie ou de morbidité n'apparaît plus suffisant pour évaluer le progrès médical, et l'intérêt de prendre en compte des éléments subjectifs traduisant le point de vue des patients devient nécessaire. Depuis, la mesure subjective de la qualité de vie liée à la santé (Health Related Quality of Life – HRQoL) s'est imposée comme une dimension légitime de l'évaluation du bénéfice des interventions de santé, en complément des mesures cliniques objectives, permettant d'évaluer l'impact d'une pathologie ou d'une intervention de santé du point de vue du patient<sup>102</sup>.

Une étude a été menée afin de résumer et d'examiner de manière critique les données relatives à l'impact du SSPT sur la qualité de vie liée à la santé. Il en est ressorti que le SSPT suite à un séjour en unité de soins intensifs avait un impact négatif sur la qualité de vie liée à la santé qui était nettement plus faible<sup>103</sup>. Par ailleurs, les effets négatifs sur la qualité de vie liée à la santé ont été évalués chez des survivants à long terme du syndrome de détresse respiratoire aiguë. Dans cette étude, les personnes souffrant de SSPT ont montré des déficiences majeures dans certaines dimensions de la qualité de vie liée à la santé, alors que les personnes sans SSPT avaient des scores similaires à la population générale<sup>104</sup>. Cet impact négatif sur la qualité de vie liée à la santé peut se manifester à différents niveaux. Une étude a été menée en interrogeant 96 patients par entretien téléphonique à l'aide du questionnaire EuroQoL-5D (EQ-5D), outil de mesure standardisé de la qualité de vie liée à la santé. Les résultats montrent que 23 patients

(24%) avaient une mobilité réduite, 15 (15,6%) une autonomie limitée, 24 (25%) une altération des activités quotidiennes habituelles, 29 (30,2%) exprimaient plus d'anxiété ou de dépression et 42 (44%) plus d'inconfort ou de douleur. Par ailleurs, 28 patients (62,2% travaillant auparavant) avaient repris le travail 18 mois après la sortie de l'unité de soins intensifs<sup>105</sup>. Une autre étude utilisant ce questionnaire EQ-5D a permis de mettre en évidence des résultats similaires. En effet, parmi les patients ayant signalé des problèmes modérés à extrêmes, 37% présentaient une mobilité réduite, 22% rencontraient des difficultés dans leurs soins personnels, 46% présentaient une altération des activités habituelles, 45% souffraient de douleur ou d'inconfort et 54% exprimaient plus d'anxiété ou de dépression<sup>106</sup>. Par ailleurs, afin de comparer l'état de santé de patients à la suite d'un syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) à celui d'individus normaux, une étude a été réalisée à l'aide du questionnaire Short Form-36 (SF-36). Les résultats ont montré que les survivants du SDRA présentaient des déficiences statistiquement significatives dans les huit dimensions de la santé. La dimension la plus touchée était la fonction physique, la fréquence de la douleur chronique était quant à elle également supérieure chez les survivants du SDRA<sup>107</sup>.

Toutefois, l'impact sur la qualité de vie n'est pas clairement établi. En effet, plusieurs mois après leur séjour, certains patients rapportent une amélioration de leur qualité de vie. Par exemple, dans une étude prospective réalisée sur 143 patients ayant séjournés en unité de soins intensifs, environ 80% d'entre eux se sont déclarés satisfaits de leur qualité de vie. En effet, chez ces patients, la prévalence de la détresse psychologique était faible, avec seulement 11,9% des personnes interrogées faisant état d'une anxiété accrue et 9,8% d'une dépression. Bien que les niveaux de fatigue, de manque de concentration et de troubles du sommeil étaient élevés, ces symptômes se sont améliorés au cours des neuf mois suivants<sup>108</sup>. On comprend ainsi que, bien qu'elle soit un phénomène courant chez la plupart des patients après leur sortie de l'unité de soins intensifs, l'expérience de l'altération de la qualité de vie est subjective et peut varier considérablement d'un patient à l'autre. De nombreux facteurs (âge, état de santé préexistant, soutien des proches) peuvent influencer la manière dont les patients perçoivent leur qualité de vie après leur séjour. Comprendre la nature subjective de l'altération de la qualité de vie peut aider les prestataires de soins à élaborer une prise en charge personnalisée répondant aux besoins et aux préférences uniques de chaque patient.

En conclusion, la réanimation est un service crucial pour la survie de patients atteints de pathologies graves, mais peut être source des souffrances physiques et psychiques importantes. L'inconfort global des patients en réanimation peut impacter leurs facultés cognitives et leur qualité de vie, même après leur sortie de l'hôpital. Ainsi, il apparaît primordial de s'interroger sur les conséquences de la prise en charge des patients sur leur qualité de vie en plus de leur survie. Il est donc essentiel de donner la priorité à la réhabilitation et à la prise en charge globale des patients en réanimation afin de minimiser leur souffrance et d'optimiser leur rétablissement.

## Chapitre 2 : La réhabilitation des patients au centre de la prise en charge

### I – Lutter contre les barrières au « Mieux vivre la réanimation »

Mieux vivre la réanimation consiste, pendant le séjour et dans ses suites, à préserver la qualité de vie, à diminuer les sources d'inconfort et de stress et à favoriser la reconnaissance du patient en tant que personne<sup>109</sup>. Pour ce faire, une approche globale prenant en compte tous les aspects des soins et du bien-être du patient doit être mise en place.

#### 1) Améliorer l'environnement

Ayant des effets délétères sur les patients, agir sur les conditions environnementales semble indispensable dans l'amélioration de leur confort. Cette optimisation de l'environnement doit notamment axer la réflexion autour du bruit, de la lumière, et de l'intimité.

Comme discuté précédemment, le bruit est une source d'agression majeure en réanimation qui peut affecter de multiples composantes physiologiques et ainsi retarder le rétablissement des patients. Le bruit a notamment été identifié comme pouvant contribuer de manière significative à l'augmentation du rythme cardiaque, à la tachycardie, au stress et à la gêne des infirmières<sup>110</sup>. Par ailleurs, dans son guide « Guidelines for Community Noise », l'OMS recommande que le bruit reste inférieur à 35 décibels pondérés (dBA) tout au long de la journée et à 30 dBA pendant la nuit et que les niveaux sonores maximums ne dépassent pas 40 dBA pendant la nuit afin de ne pas interrompre le sommeil des patients<sup>111</sup>. En revanche, en réanimation le niveau sonore excède généralement ces recommandations. Dans une revue de la littérature réalisée sur 29 études, aucune n'a montré que le niveau de bruit dans l'unité de soins intensifs se situait dans les limites recommandées<sup>112</sup>. Cette étude a également mis en évidence qu'un niveau de bruit de 40 dBA peut entraîner une interruption des activités nécessitant une concentration. Or, sachant que les infirmières ont besoin de concentration pendant leurs activités de soins aux patients, un niveau de bruit trop élevé peut induire une

augmentation du risque d'erreur<sup>112</sup>. Ainsi, il apparaît indispensable de réduire ce bruit trop élevé en réanimation. Pour ce faire, plusieurs solutions peuvent être envisagées. Premièrement, instaurer des méthodes de mesure du niveau sonore afin de pouvoir le contrôler. Une étude a été réalisée afin de contrôler le niveau sonore de 5 unités de soins intensifs et de les comparer aux recommandations de l'OMS. Ici, toutes les unités présentaient des niveaux sonores supérieurs aux recommandations. Ces recommandations n'ont pu être respectées que dans une salle annexe en éteignant tous les équipements. Cette étude permet de mettre en évidence que les niveaux recommandés par l'OMS sont si bas qu'ils ne sont pas réalisables dans une unité de soins intensifs<sup>113</sup>. Ensuite, mentionnées comme l'une des sources majeures à l'origine du bruit rencontré en réanimation, il semble nécessaire et réalisable d'agir sur l'intensité, le niveau sonore et le type d'alarmes utilisées. Le choix et les réglages des appareils médicaux utilisés dans le service doivent également tenir compte du bruit qu'ils émettent. De plus, des moyens mécaniques isolant les patients du bruit ambiant, tels que les bouchons d'oreille, peuvent être envisagés. Une étude a révélé que l'utilisation de bouchons d'oreille pendant la nuit réduit l'incidence et retarde l'apparition de la confusion chez les patients étudiés. Ces patients font également état d'une meilleure perception du sommeil<sup>114</sup>. Par ailleurs, une autre solution envisageable mais controversée est la mise en œuvre d'une politique systématique de réduction du bruit et d'une sensibilisation des soignants à l'impact délétère du bruit au sein des unités. Une étude a ainsi été réalisée afin de déterminer l'efficacité d'une intervention basée sur le comportement pour réduire le bruit. L'intervention comportementale appliquée dans cette étude s'est révélée inefficace, notamment à cause du bruit, bien supérieur aux recommandations de l'OMS avant l'intervention, qui n'a pu être que légèrement réduit après une intervention intensive de six semaines<sup>115</sup>. En revanche, une autre étude réalisée avec un programme éducatif (à l'aide d'une cassette vidéo, de la présentation des valeurs de décibels pour diverses activités de soins et d'une discussion sur le problème) montre qu'en sensibilisant le personnel, les niveaux de bruit peuvent être considérablement réduits. En effet, après le programme de sensibilisation du personnel, il a été démontré qu'il existait des différences significatives entre les mesures effectuées dans un lit d'enfant avant et après le programme d'intervention ( $p=0,0007$ )<sup>116</sup>. Pour finir, tenir compte du bruit est primordial d'un point de vue architectural. Par exemple, le positionnement des salles de réunions et de travail doit se faire en tenant compte du bruit généré et à distance des chambres des

patients. L'utilisation de matériaux absorbants les sons pour la construction de ces unités doit également être envisagée.

Au-delà du bruit, la lumière a également été identifiée comme un problème majeur en réanimation ayant un impact significatif sur plusieurs composantes physiologiques et le rétablissement des patients. Premièrement, une exposition inappropriée à la lumière peut entraîner des conséquences négatives sur la santé notamment perturber le rythme circadien et impacter le sommeil. Pour rappel, la plupart des fonctions de l'organisme sont soumises au rythme circadien (c'est-à-dire à un cycle de 24 heures). Par ailleurs, il a notamment été prouvé que l'exposition à un cycle lumière-obscurité adéquat est importante pour le rétablissement rapide des patients hospitalisés<sup>117</sup>. Or, en réanimation, il a été démontré que les patients sont soignés dans un environnement largement déconnecté de l'heure solaire, ce qui les prédispose à de profondes perturbations de la rythmicité circadienne et du sommeil<sup>118</sup>. Il est donc primordial de mettre en place des mesures afin de favoriser l'alternance de lumière entre le jour et la nuit. Une étude sur le sujet a révélé qu'un système d'éclairage 24 heures sur 24 avec une luminosité diurne accrue et une exposition nocturne restreinte peut améliorer certains aspects de l'évaluation et de l'objectivation du sommeil chez les patients hospitalisés<sup>119</sup>. Afin d'améliorer l'environnement il apparaît également primordial que les chambres et les locaux puissent bénéficier d'un accès à la lumière naturelle. En effet, l'exposition à la lumière naturelle, présente plusieurs avantages pour la santé des patients et du personnel soignant. La lumière naturelle permet notamment de diminuer la confusion et la désorientation, de prévenir la dépression et de réduire la durée du séjour hospitalier<sup>117</sup>. Une étude a été réalisée sur 150 patients dans une unité de soins intensifs comprenant 12 chambres dont six avec fenêtre et six sans fenêtre. Ici, l'incidence cumulative du délire était significativement plus faible dans le groupe avec fenêtre que dans le groupe sans fenêtre<sup>83</sup>. Cette exposition à la lumière naturelle peut également présenter d'autres avantages. En effet, une amélioration de la vigilance et des performances peut être constatée chez le personnel hospitalier<sup>117</sup>. Il a d'ailleurs été démontré qu'un éclairage cyclique et une exposition accrue à la lumière du soleil ont des effets positifs sur le rétablissement et le bien-être des patients, et accélèrent la sortie de l'hôpital<sup>120</sup>. D'autres mesures peuvent être mises en place afin de lutter contre l'agression que représente l'exposition à la lumière. Comparablement aux méthodes de mesure du niveau sonore,

l'instauration de méthodes de mesure du niveau d'éclairage peut s'avérer utile. D'ailleurs, il a été mis en évidence que l'intégration de moniteurs de son et de lumière dans les chambres des unités de soins intensifs peuvent favoriser un environnement de guérison amélioré, centré sur le patient et le personnel<sup>121</sup>. De plus, moduler l'intensité et la durée de l'éclairage peut également s'avérer bénéfique pour les patients. Par exemple, une étude a mis en évidence que des niveaux d'éclairage allant jusqu'à 18 lux juste avant l'endormissement améliorent la qualité du sommeil déclarée par les patients dans les unités de soins intensifs<sup>122</sup>. Pour finir, il faut également sensibiliser le personnel soignant au geste simple de favoriser l'utilisation des écrans de veille des différents équipements (par exemple moniteurs et ventilateurs).

Autre facteur clé dans l'amélioration de l'environnement, la préservation de l'intimité constitue un objectif majeur. Premièrement, la chambre, un élément crucial conçu pour assurer l'intimité, le confort et un sentiment de sécurité tant pour le patient que pour les membres de sa famille, se doit d'être individuelle et considérée comme un espace intime et personnel. En effet, avoir une chambre individuelle peut améliorer le sentiment d'intimité des patients de plusieurs façons. Tout d'abord, les patients disposent d'un espace privé où ils peuvent recevoir des soins sans être exposés à d'autres patients et/ou visiteurs. Ensuite, bien que l'environnement soit très bruyant, une chambre individuelle permet d'isoler les patients des bruits provenant des autres chambres. De plus, cela permet d'améliorer la communication entre le patient et le personnel soignant mais également avec la famille, instaurant ainsi un climat de confiance. Pour terminer, une chambre individuelle permet aux patients de la personnaliser notamment avec des rangements, des objets personnels ou de la décoration, améliorant ainsi le sentiment d'intimité. Toutefois, la préservation de l'intimité des patients ne peut pas être envisagée sans agir sur l'organisation des soins réalisés. En effet, ces soins doivent être adaptés à l'état clinique et aux souhaits des patients. Prenons par exemple le cas de la contention physique, généralement instaurée afin de prévenir les auto-extubations. Il est aujourd'hui clairement établi que la contention physique doit être minimale et permettre de respecter la sécurité, le confort et la dignité du patient<sup>109</sup>. Par ailleurs, étant donné que les soins peuvent entraîner une exposition du corps (gestes techniques, positionnements, soins d'hygiène), les organiser de manière à préserver la dignité et l'intimité des patients représente un enjeu majeur dans ce type de service et un souhait partagé par la plupart

des patients ainsi que par leurs proches. Bien que la perception du respect de l'intimité et de la dignité soit subjective, de nombreux efforts doivent encore être faits pour optimiser cette composante. Une étude a révélé que si de nombreux patients étaient satisfaits du maintien de leur dignité pendant leur séjour à l'hôpital, un grand nombre d'entre eux ne l'étaient pas<sup>123</sup>. Lutter contre ce problème passe notamment par la sensibilisation du personnel soignant à des mesures simples tels que la fermeture des portes pendant les soins, l'utilisation d'une chemise d'hôpital couvrant le patient ou le signalement sur les portes d'un soin nécessitant l'intimité.

## 2) Optimiser les activités de soins

Au même titre que l'environnement, les pratiques de soins ont un impact direct sur le confort des patients. Mettre en place des activités de soins efficaces et revoir leur organisation font donc partie intégrante de la réhabilitation de ces derniers. Cette démarche d'optimisation des soins doit être axée autour des symptômes et des facteurs de stress connus et relatés par les patients.

En tant que facteur d'agression majeur, la douleur doit faire l'objet d'une prise en charge consciencieuse et méticuleuse passant notamment par un dépistage approfondi et systématique et la mise en place de protocoles d'analgésie personnalisés. Sachant qu'il existe un lien étroit entre agitation et douleur, la prise en charge de ces deux sources d'inconfort doit se faire conjointement. Cette dernière ne sera pas abordée ici et fera l'objet d'une description détaillée dans la partie suivante.

Parmi les symptômes les plus relatés, l'anxiété et la dépression participent de façon significative à l'inconfort général ressenti par les patients. Traditionnellement, pour ce type de problèmes, un traitement pharmacologique peut être mis en place. Les anxiolytiques, et plus particulièrement les benzodiazépines, sont majoritairement utilisées afin de lutter contre un état pathologique d'anxiété. Les benzodiazépines sont responsables de divers effets pharmacologiques à savoir : hypnotique, anxiolytique, myorelaxant, anticonvulsivant et amnésiant. Les effets recherchés ici sont principalement l'effet hypnotique/sédatif ayant un effet tranquillisant permettant notamment de diminuer l'émotivité, la nervosité, la vigilance et l'effet anxiolytique qui va agir sur la

frustration, les situations de conflits et permettre de désinhiber les comportements réprimés. Toutefois, ces molécules ne sont pas sans conséquence sur la santé des patients et peuvent être responsables de nombreux effets indésirables. A court terme, peuvent être observés somnolence, baisse de la vigilance, amnésie, hypotonie musculaire, réactions paradoxales (excitation, agressivité), hypersensibilité et dépression respiratoire. A long terme, tolérance et dépendance physique et psychique sont souvent rapportés. Pour ce type de traitement, un arrêt progressif doit être mis en place pour prévenir un syndrome de sevrage ou une résurgence des symptômes (effet rebond). Ensuite, pour lutter contre les états dépressifs endogènes (mélancolie) ou réactionnels, les antidépresseurs constituent le traitement de référence. Il existe plusieurs sous-familles d'antidépresseurs qui présentent toutes des modes d'action différents. Par exemple, les inhibiteurs des monoamines oxydases (Iproniazide, Moclobémide) vont lutter contre la dégradation de certains neurotransmetteurs (noradrénaline, sérotonine, dopamine) et agissent ainsi comme stabilisateurs de l'humeur. Les antidépresseurs tricycliques (Imipramine, Amitryptiline) vont agir en inhibant la recapture de la noradrénaline et de la sérotonine par blocage de leurs récepteurs. On peut également citer les inhibiteurs sélectifs de la recapture de la sérotonine (Citalopram, Fluoxétine, Paroxétine) et les inhibiteurs de la recapture de la sérotonine et de la noradrénaline (Venlafaxine) qui sont les plus fréquemment utilisés pour ce type de pathologie. Toutefois, susceptibles d'entraîner de nombreux effets indésirables, le recours à ce type de traitement doit faire l'objet d'une étroite surveillance. En effet, tachycardie, tremblements, insomnie et hypotension (origine sympathique) peuvent être observés ainsi que des palpitations, troubles visuels, constipation, sécheresse buccale et rétention urinaire (origine cholinergique) ou encore, sédation et somnolence (origine histaminergique) allant jusqu'à un état confusionnel ou maniaque, myoclonies, hypertonicité, déplacements incessants et hyperthermie (origine sérotoninergique). Les antidépresseurs sont notamment responsables de divers effets psychiques comme : asthénie, troubles de la vigilance, troubles confusionnels et anxieux, risque suicidaire en début de traitement, inversion de l'humeur, euphorie maniaque, réaction paradoxale et risque d'effet rebond avec recrudescence des symptômes à l'arrêt du traitement. Bien que leur efficacité ait été largement démontrée, ces traitements sont susceptibles d'entraîner de nombreux effets indésirables pendant le séjour hospitalier et peuvent avoir des répercussions sur l'état de santé au long cours des patients. Ainsi, il apparaît comme

évident et nécessaire de développer d'autres méthodes de prise en charge. La prévention et l'amélioration de ces états peut notamment s'axer autour de méthodes non pharmacologiques de bien-être. Par exemple, il a été prouvé que les massages seraient efficaces pour réduire le niveau d'anxiété des patients<sup>124</sup>. La musique pourrait aussi être utilisée comme technique de relaxation afin de lutter contre l'anxiété. Pour rappel, en situation de stress, le corps libère des hormones (comme l'adrénaline) entraînant ainsi une augmentation du rythme cardiaque et de la tension artérielle, mais également une augmentation de la fréquence respiratoire. Une étude réalisée sur 30 patients a montré que la musicothérapie permet de diminuer l'anxiété. En effet, une diminution significative de la fréquence cardiaque (FC), de la pression artérielle systolique (PAS) et de la fréquence respiratoire (FR) ont été mises en évidence<sup>125</sup>. Une autre étude a comparé l'utilisation de la musicothérapie à une séance de repos dans deux groupes de patients. Cette dernière a révélé que les patients ayant bénéficié de la musicothérapie ont rapporté beaucoup moins d'anxiété que les patients ayant bénéficié d'une séance de repos. De la même manière, la fréquence cardiaque et la fréquence respiratoire ont diminué au fil du temps chez les sujets du groupe musicothérapie par rapport aux sujets du groupe témoin<sup>126</sup>. Pour finir, l'utilisation d'un journal de réanimation s'est également avérée efficace pour réduire le risque de dépression<sup>127</sup>. Au vu du lien de causalité étroit entre les deux, il apparaît difficile de traiter la prise en charge de l'anxiété sans aborder celle des troubles du sommeil. L'anxiété est d'ailleurs identifiée comme un facteur de risque de déclenchement de troubles du sommeil. Des études épidémiologiques ont montré que les troubles du sommeil, en particulier l'insomnie, affectent environ 50% des personnes souffrant d'anxiété<sup>128</sup>. Inversement, le manque de sommeil peut être un élément déclencheur de troubles anxieux. Ces études montrent également qu'un sommeil insuffisant peut déclencher ou exacerber l'anxiété<sup>128</sup>. D'autres méthodes non-pharmacologiques à visée anxiolytique peuvent également être citées comme les massages du dos qui améliorent la qualité du sommeil des patients<sup>129</sup>. Ces méthodes non négligeables pourraient ainsi être utilisées afin de diminuer l'anxiété des patients.

Contrairement à la douleur, la dyspnée est un symptôme souvent négligé en ce qui concerne la détection et la prise en charge. Or, du point de vue respiratoire, des symptômes d'essoufflement (ou dyspnée) sont souvent rapportés par les patients. Pour rappel, la dyspnée est la sensation d'une respiration difficile et inconfortable ressentie

dans une situation qui normalement n'entraîne aucune gêne respiratoire. Dans de tels cas, la mise en place d'une assistance ventilatoire (oxygène sur débitmètre ou respirateur artificiel) peut être nécessaire. Bien qu'elle soit largement utilisée à cet effet, la mise en place d'une ventilation mécanique reste controversée. En effet, au-delà de réduire les symptômes d'essoufflement, la ventilation mécanique peut participer, du fait de son caractère agressif et invasif, à une accentuation de ces derniers. Une étude a notamment démontré que la dyspnée était fréquente, intense et fortement associée à l'anxiété chez les patients sous ventilation mécanique<sup>130</sup>. Pour cette raison, certains patients peuvent refuser d'être placé sous ventilation mécanique et le traitement de la dyspnée doit pouvoir reposer sur d'autres solutions. Une étude consistant en une analyse exhaustive de la littérature établit les interventions réalisables en cas de dyspnée chez les patients des unités de soins intensifs.

Sont répertoriés entre autres :

- Un positionnement optimal des patients (généralement redressé avec les bras surélevés et soutenus) qui va permettre d'augmenter la capacité volumique pulmonaire. Cette technique permet de renouveler l'air, d'améliorer l'oxygénation et l'élimination du dioxyde de carbone et de réduire l'effort inspiratoire.
- Des recommandations d'équilibrer le repos et l'activité et d'espacer les soins infirmiers afin de diminuer la consommation excessive d'oxygène et ainsi prévenir l'hypoxémie.
- L'utilisation d'oxygène afin d'améliorer la pression partielle d'oxygène et de réduire l'acidose lactique afin de traiter l'hypoxémie.
- L'utilisation d'un tissu froid disposé sur le visage qui va permettre de stimuler le nerf trijumeau. Bien que l'action directe sur la dyspnée soit inconnue, cette solution peu coûteuse et facile à mettre en place présente des rapports anecdotiques de soulagement des patients.
- Le recours à un traitement par opioïdes (morphine, fentanyl) permettant de réduire la sensibilité du tronc cérébral à l'oxygène et au dioxyde de carbone et l'altération de la perception nerveuse centrale. Bien que l'effet direct soit méconnu, l'efficacité de cette solution a été largement démontrée.
- L'utilisation de benzodiazépines (lorazépam, midazolam) permettant de lutter contre la peur et l'anxiété qui accompagnent souvent la dyspnée<sup>131</sup>.

Toutefois, il faut également prendre en compte le cas où les patients ne sont pas en mesure de communiquer et donc d'exprimer et d'auto-évaluer leur inconfort. En effet, un tiers des patients gravement malades ne communiquent pas et encourent donc un risque élevé d'erreur de diagnostic<sup>36</sup>. Il est donc primordial de mettre en place des solutions d'observation permettant à l'équipe soignante d'accéder à la souffrance respiratoire des patients non communicants et ainsi d'adapter le traitement à mettre en place. D'après une étude récente, la mise en place d'échelles d'hétéroévaluation basées sur les signes physiques et comportementaux de gêne respiratoire sont des alternatives fiables et prometteuses à l'auto-évaluation des patients<sup>36</sup>. Longtemps négligé, ce symptôme pénible et douloureux pour les patients doit donc faire l'objet d'une prise en charge efficace et durable afin de lutter contre ses conséquences délétères. En effet, la dyspnée est associée à un retard d'extubation et à un risque accru d'intubation et de mortalité chez les patients bénéficiant d'une ventilation non invasive<sup>36</sup>.

De façon similaire, la soif est l'un des symptômes d'inconfort les plus rapportés par les patients de réanimation. Ainsi, on comprend que l'hydratation est un facteur clé à considérer dans la réhabilitation et la prise en charge. Il a d'ailleurs été démontré que l'alimentation et l'hydratation précoce en post-opératoire permettent d'améliorer de manière significative le bien-être et la satisfaction des patients<sup>132</sup>. Cependant, ce symptôme d'origine multifactorielle peut persister en l'absence d'anomalie métabolique et s'avère difficile à diagnostiquer et à soulager. Par exemple, il a été démontré que la respiration par la bouche (et notamment la gêne liée à l'utilisation de la ventilation mécanique) et les opioïdes (utilisés pour la sédation) peuvent être responsables d'une sensation de soif intense<sup>133</sup>. Pour prendre en charge efficacement cette source d'inconfort majoritaire, les professionnels de santé doivent donc prendre en considération les symptômes rapportés par les patients et tenter de les minimiser au maximum. Une étude consistant en une analyse exhaustive de la littérature établit les étapes clés de l'évaluation et de la prise en charge de la soif chez les patients des unités de soins intensifs. Ces étapes regroupent notamment :

- Des évaluations régulières de la soif chez les patients capables de s'auto-évaluer,
- Des examens de la bouche et la langue à la recherche d'une sécheresse, d'une fissure ou d'une infection, en tant qu'indicateurs de la soif/de la sécheresse,

- La reconnaissance du profil de risque de la soif du patient, y compris l'état de sédentarité et l'administration de médicaments anticholinergiques et d'opioïdes,
- La supposition systématique que le patient a soif,
- La réalisation de soins de bouche fréquents,
- L'utilisation fréquente de gazes imbibées d'eau, de pulvérisateurs d'eau et de glaçons,
- L'utilisation possible de salive artificielle,
- L'utilisation possible d'humidificateurs chauffants chez les patients bénéficiant d'une oxygénothérapie à haut débit,
- L'évaluation et la documentation de l'efficacité des interventions contre la soif<sup>131</sup>.

Par ailleurs, dans un essai contrôlé randomisé les patients ont été répartis entre un groupe expérimental (comprenant des sprays de vitamine C, des bains de bouche à l'eau de menthe poivrée et une crème hydratante pour les lèvres) et un groupe contrôle où les patients étaient exposés aux interventions placebo (comprenant des sprays salins, des bains de bouche à l'eau à 40°C et l'humidification des lèvres avec de l'eau). Cette étude a révélé que la diminution moyenne de l'intensité de la soif et des scores de situation de la muqueuse buccale après les interventions était plus importante chez les patients du groupe expérimental que chez les patients du groupe contrôle<sup>134</sup>. On comprend ainsi qu'il existe de nombreuses approches prometteuses pouvant être utilisées afin de soulager l'intensité de la soif et la sécheresse buccale, symptômes inconfortables omniprésents chez les patients de réanimation.

Une autre composante sur lequel il est assez simple d'agir, est l'implication de la famille. Souvent non valorisé et non reconnu par le personnel soignant, les proches jouent pourtant un rôle très important ayant un impact tant sur l'environnement que sur les soins prodigués aux patients. Il est d'ailleurs très clairement établi que la présence accrue des familles est non seulement possible, souhaitable mais également bénéfique pour les patients. Afin d'agir sur cette composante majeure, plusieurs approches doivent être envisagées. Premièrement, la présence des proches doit être rendue possible (nécessité de soins et volonté du patient), sans restriction d'horaires. Une revue de la littérature a d'ailleurs montré que les politiques de visites libres améliorent la satisfaction des patients et des familles<sup>135</sup>. Néanmoins, la nécessité de soins doit rester une priorité et ne doit pas être entravée par les visites. A ce sujet, une étude a été menée afin d'examiner l'impact

des visites sans restriction d'horaire sur la perception du personnel soignant et n'a révélé qu'une gêne modérée pour les infirmières en raison du risque d'interruption des soins<sup>136</sup>. Au-delà de leur impact bénéfique sur les patients et leur rétablissement, les visites ont également un effet positif direct sur la famille elle-même. Il est désormais très bien documenté que l'admission d'un proche en réanimation peut entraîner et favoriser l'apparition de symptômes d'anxiété et de dépression. D'ailleurs, l'étude mentionnée précédemment a révélé des symptômes d'anxiété et de dépression respectivement chez 49% et 29,5% des membres de la famille<sup>136</sup>. Néanmoins, les visites peuvent participer à réduire la prévalence de ces troubles. Il a notamment été démontré que la politique de visite 24 heures sur 24 est perçue favorablement par les familles<sup>136</sup>, laissant envisager qu'elle pourrait agir favorablement sur leur état d'anxiété et de dépression. Ensuite, la famille doit être, dès que possible, impliquée dans les soins réalisés aux patients. Par exemple, les proches peuvent réaliser des massages, des soins oculaires ou des repositionnements des patients. Ils jouent également un rôle crucial dans la distraction (activités, discussions, jeux) participant ainsi à l'amélioration du confort et de l'état du patient. Une étude a été réalisée afin de décrire les contributions aux soins apportés par les membres de la famille et les thèmes récurrents ont été classés en fonction des rôles de chacun. Les proches jouent notamment un rôle de présence active, de protecteur du patient, de facilitateur, d'historien, de coach et de soignant bénévole<sup>137</sup>. Toutefois, il apparaît évident que dans chaque service, la présence et le champ d'action de la famille doit faire l'objet d'une définition claire en amont afin de garantir la sécurité du patient et d'éviter les entraves à la prise en charge mise en place par l'équipe soignante.

### 3) Revoir les stratégies de communication

Néanmoins, axer la réhabilitation des patients uniquement sur la maladie, l'organisation et la réalisation des soins et sur le personnel soignant est insuffisant. En effet, la souffrance des patients, notamment psychique, est une problématique complexe qui ne peut être résolue en agissant uniquement sur l'aménagement des conditions environnementales et sur les techniques de soin. Afin que toutes les stratégies de prise en charge définies précédemment soient pleinement efficaces, centrer les soins sur le patient et ses proches et sur la communication avec ces derniers, est indispensable.

Pour ce faire, mettre en place une communication adéquate entre les soignants et le patient est primordial. Dans un premier temps, l'information du patient doit être envisagée comme un facteur clé de sa prise en charge. En effet, le manque d'information peut être source de frustration et d'angoisse chez les patients et ainsi impacter négativement leur rétablissement. Ce manque d'information a par exemple été associé par des patients à une sensation de perte de contrôle et d'impuissance et cette communication inefficace a eu un impact négatif sur leur satisfaction à l'égard des soins<sup>138</sup>. Mais, dans ce contexte, les moyens de communication doivent être adaptés en fonction de l'état du patient. Par exemple, dans le cas où le patient est inapte à comprendre l'information délivrée, la communication entre les soignants et la famille doit être privilégiée. Ainsi, qu'il s'agisse du patient ou de ses proches, afin de mettre en place une stratégie de communication efficace avec ces derniers, plusieurs aspects doivent être considérés. Premièrement, le personnel soignant se doit d'informer régulièrement le patient et/ou la famille sur l'état de santé de ce dernier et sur les soins qui vont lui être prodigués. Cette information doit être accessible, intelligible et loyale. En effet, le personnel soignant doit utiliser un langage clair et facile à comprendre en évitant par exemple l'utilisation de jargon médical. Cette information peut passer par l'utilisation d'un journal de bord permettant de décrire les événements du séjour et de définir clairement les objectifs de soins quotidiens. Une étude a d'ailleurs démontré l'efficacité de cette technique pendant le séjour avec des objectifs de soins qui étaient mieux compris par les patients et un personnel soignant qui était plus à l'aise pour les expliquer à leur entourage<sup>139</sup>. Ce journal de bord sera ensuite remis au patient ou à sa famille (en cas de décès) à la fin du séjour, et permettra notamment de l'aider à comprendre et à se

souvenir de son séjour en réanimation et pourrait avoir des effets bénéfiques sur sa réhabilitation à court terme. En effet, une étude a également révélé un impact positif significatif de ce type de dispositif sur les scores d'anxiété et de dépression deux mois après la sortie des patients<sup>140</sup>. Par ailleurs, afin de renforcer le sentiment d'implication dans le processus décisionnel et la compréhension de la prise en charge, les soignants doivent encourager les patients et leur famille à poser des questions et à exprimer leurs préoccupations. Pour finir, dans l'optique d'établir une relation personnalisée, d'instaurer un climat de confiance et de faciliter les échanges, la personnalité (profession, passions, croyances, goûts musicaux, loisirs, sport...) et le statut émotionnel du patient doivent également être pris en compte. Par exemple, certains chercheurs recommandent d'interroger le patient sur des questions spirituelles et suggèrent de mettre en place les ressources nécessaires pour lui permettre d'exercer librement sa foi<sup>141</sup>.

Dans un second temps, la capacité à communiquer du patient doit également être prise en considération. En effet, des troubles de la communication sont fréquemment observés chez les patients de réanimation qui se retrouvent ainsi dans l'incapacité d'exprimer leurs besoins et leur ressenti. Par exemple, dans une étude réalisée sur 29 patients, 62% d'entre eux ont fait état d'un niveau élevé de frustration dans la communication de leurs besoins pendant la ventilation mécanique<sup>142</sup>. Ces difficultés de communication ont un impact direct sur les patients (stress, frustration, perte d'estime de soi, dépersonnalisation, anxiété et syndrome de stress post-traumatique), sur le personnel soignant (frustration, sentiment d'échec dans la prise en charge) et sur leurs proches (sentiment d'impuissance, frustration). Par exemple, une étude a révélé que pour les patients, l'incapacité à communiquer ses besoins était associée à un sentiment d'impuissance<sup>138</sup>. De plus, la communication entre le personnel soignant (notamment les infirmières) et les patients est essentielle afin de pouvoir fournir et recevoir des soins de qualité. D'ailleurs, lorsque cette communication n'est pas adéquate, les infirmières et les patients font part de leur inquiétude et de leur frustration<sup>143</sup>. Dans ce contexte, plusieurs solutions peuvent être envisagées. Premièrement, des modifications simples dans les pratiques de soins peuvent être réalisées et avoir un impact direct sur les capacités à communiquer des patients. Par exemple, pour des patients placés sous ventilation mécanique, la parole peut être assurée par l'utilisation d'une sonde de trachéotomie parlante<sup>144</sup>. Dans une étude réalisée sur des patients trachéotomisés, après différents

réglages du ventilateur, une amélioration significative de l'élocution a été observée. En effet, lorsque le temps d'inspiration (TI) a été rallongé, le temps de parole augmentait de 19% et le temps de pause diminuait de 12%. Ensuite, lorsque la pression expiratoire positive (PEP) a été augmentée, le temps de parole s'est allongé de 25% et les pauses obligatoires ont été réduites de 21%. De plus, lorsque ces deux manipulations ont été combinées, leurs effets ont été additifs, augmentant le temps de parole de 55% et diminuant le temps de pause de 36%. Ici, l'intervention combinée a également permis d'améliorer la synchronisation de la parole, le volume sonore, la qualité de la voix et l'articulation<sup>37</sup>. Au-delà des modifications dans les pratiques de soin, des techniques de communication alternative peuvent également être envisagées afin de maintenir des échanges réguliers avec les patients. Par exemple, dans une étude menée sur 50 patients non communicants, les hochements de tête, les gestes, l'écriture et la lecture labiale étaient les méthodes de communication les plus fréquemment utilisées<sup>145</sup>. D'autres méthodes de communication non verbale telles que l'utilisation d'un alphabet ou de pictogrammes peuvent également être employées. Prenons ici l'exemple de l'outil « MediPicto », une application gratuite destinée à favoriser la communication entre les soignants et les patients ayant des difficultés d'expression et/ou de compréhension. Grâce à des pictogrammes classés par thème qui peuvent être sélectionnés, un dialogue peut être instauré entre soignant et patient. Par exemple, le personnel soignant peut informer (« Nous allons vous faire une perfusion ») et questionner le patient (« Avez-vous du mal à respirer ? ») et le patient peut communiquer sur son ressenti (« J'ai mal ») et ses besoins (« Boire »). Cette solution relativement simple à mettre en place et susceptible d'avoir un impact bénéfique sur la prise en charge des patients doit être favorisée. Plus récemment, les dispositifs d'oculométrie (suivi oculaire ou « eye-tracking ») ont été proposés comme moyen d'améliorer la communication des patients dans ce type de service. Cette technologie permet d'enregistrer les mouvements oculaires afin de mettre en évidence les zones où se concentre le regard. Ainsi, grâce à des tablettes numériques utilisant la reconnaissance rétinienne, les patients peuvent communiquer avec les soignants mais également avec leur famille. Une étude utilisant cette technologie a été réalisée sur des patients de réanimation et a conclu que ces dispositifs d'oculométrie pourraient améliorer leur état psychosocial (compétences, adaptabilité et estime de soi) et de délire et leurs capacités de communication<sup>146</sup>. Dans une autre étude utilisant cette technologie, les conclusions sont similaires et permettent de mettre en évidence l'impact

positif de ces dispositifs. En effet, après leur utilisation, on observe une amélioration remarquable et statistiquement significative dans différents domaines de la communication, ainsi qu'une diminution remarquable de l'anxiété et des pensées dysphoriques. De plus, les médecins et les infirmières ont également fait état d'une amélioration de leur capacité à comprendre l'état clinique des patients<sup>147</sup>. Dans l'ensemble, une communication efficace nécessite une approche compatissante et centrée sur le patient, tenant compte à la fois de ses besoins et de sa situation spécifique. Etant donné que l'efficacité de la communication a un impact sur le sentiment de sécurité et de bien-être des patients, il convient donc de sensibiliser sur ce problème, de promouvoir le développement et l'intégration de stratégies de communication alternative appropriées et de former le personnel soignant à cet effet.

Que le patient soit en mesure de recevoir l'information ou non, la communication entre les soignants et la famille intervient également comme une composante clé de la prise en charge. En effet, délivrer aux membres de la famille des informations claires, simples, honnêtes et opportunes est une tâche majeure pour le personnel soignant jouant un rôle essentiel dans l'efficacité de la prise en charge et la qualité des soins. Néanmoins, une communication inefficace des informations relatives aux patients aux membres de la famille, est souvent rapportée. Par exemple, dans une étude où les proches de patients de réanimation ont été interrogés, 54% d'entre eux n'ont pas compris le diagnostic, le pronostic ou le traitement du patient<sup>148</sup>. Plusieurs facteurs peuvent avoir un impact sur la compréhension de l'information délivrée. Premièrement, le personnel soignant doit prendre en compte les caractéristiques individuelles des personnes auxquelles l'information est transmise. D'ailleurs, dans l'étude mentionnée précédemment, les facteurs associés à une mauvaise compréhension regroupent par exemple des facteurs liés au patient (âge, chômage) et à la famille (origine étrangère, méconnaissance du français, le représentant n'est pas le conjoint, absence de professionnel de santé dans la famille)<sup>148</sup>. Ainsi, pour être le plus efficace possible, la communication avec la famille doit se faire de manière personnalisée et être adaptée aux besoins pouvant être différents selon les individus. Par exemple, pour les familles d'origine étrangère ne maîtrisant pas le français, il est possible d'avoir recours à un interprète et de rallonger la durée de l'entretien. A ce sujet, la durée de l'entretien est une composante importante car le temps consacré à l'information des familles a également été associé à l'efficacité de

l'information. En effet, l'entretien doit avoir une durée suffisante pour faciliter l'expression de la famille, lui permettre de comprendre l'information, de poser des questions et de faire face à l'émotion. D'ailleurs, un temps suffisant passé à donner des informations a été identifié comme un des facteurs prédictifs de la satisfaction des familles<sup>149</sup>. De plus, l'étude mentionnée plus haut a notamment mis en évidence l'impact d'une première rencontre avec le représentant durant moins 10 minutes sur la mauvaise compréhension de l'information<sup>148</sup>. Par ailleurs, cette communication avec les proches doit se faire de manière très structurée et contrôlée et surtout, de façon régulière. Dans cet optique, on comprend que l'information doit se faire dans un lieu dédié à cet effet. Une étude a d'ailleurs mis en évidence qu'une chambre avec plus d'un lit (non individuelle) était un facteur directement associé à un temps d'information plus court<sup>150</sup>. En se basant sur ce qui a été dit plus haut, un lieu d'information inadéquat pourrait donc avoir un impact sur la compréhension de l'information. Ensuite, l'information doit être mise en place sous forme d'entretiens personnalisés permettant notamment l'explication du diagnostic, des traitements et du pronostic du patient mais également l'écoute des membres de la famille. A la suite de ces entretiens, une brochure d'information pour les familles peut être remise et son utilisation s'est avérée très efficace. En effet, dans une étude comparant des membres de la famille ayant (n = 87) ou n'ayant pas reçu (n = 88) de brochure d'information, on constate que la proportion de personnes ayant une mauvaise compréhension est passée de 40,9% à 11,5%. Ici la brochure contenait des informations générales sur l'unité et l'hôpital, le nom du médecin en charge du patient, un diagramme d'une salle de soins intensifs typique avec le nom de tous les appareils, et un glossaire de termes couramment utilisés. De plus, chez les membres de la famille qui n'avaient pas de problème de compréhension, grâce à la brochure, une satisfaction significativement meilleure a été démontrée<sup>151</sup>. L'étude mentionnée précédemment a également démontré que l'absence de remise de brochure d'information au représentant du patient avait un impact direct sur la mauvaise compréhension de l'information<sup>148</sup>. Plus récemment, l'utilisation d'outils de télémédecine et d'Internet a été envisagée afin de structurer l'information et de permettre d'informer à distance. Bien que moins efficaces que la communication en personne, lorsque celle-ci n'est pas possible, ces outils permettraient tout de même d'améliorer les interactions entre les familles et le personnel soignant. Une étude sur le sujet révèle d'ailleurs que les familles et les soignants trouvent très utiles les communications par Internet pendant l'hospitalisation<sup>152</sup>. Dans une autre

étude, les appels téléphoniques ont été jugés utiles pour le partage d'informations et les brèves mises à jour<sup>153</sup>. Néanmoins, la solution utilisée doit être adaptée au type d'information qui doit être partagée avec la famille. Par exemple, les appels vidéos ont été jugés préférables pour aligner les perspectives entre le personnel soignant et la famille<sup>153</sup>. De plus, bien que les points de vue étaient divergents pour la famille et les soignants, les cliniciens craignaient de ne pas réussir à transmettre de l'empathie à distance<sup>153</sup>. A ce sujet, il est important de rappeler que les soignants doivent également faire preuve de soutien et d'empathie envers les membres de la famille. En revanche, ce soutien doit être apporté indifféremment de la condition du patient. En effet, une étude a mis en évidence que les familles des patients décédés en réanimation étaient plus satisfaites de leur expérience en réanimation que les familles de patients ayant survécu. Des différences significatives ont été constatées en ce qui concerne la participation à la prise de décision, la communication, le soutien émotionnel, le respect et la compassion à l'égard de la famille et la prise en compte des besoins de la famille<sup>154</sup>.

Néanmoins, dans l'objectif d'améliorer le bien-être du patient en réanimation, la prise en charge doit être fondée sur collaboration réelle et une communication de qualité entre les différents professionnels de santé de l'unité. La communication au sein de l'équipe médico-soignante multidisciplinaire joue un rôle crucial dans l'efficacité de la prise en charge des patients. En effet, l'équipe soignante doit être en mesure de garantir la sécurité, la coordination et l'efficacité des soins prodigués aux patients. Mettre en place une communication efficace entre tous les membres du personnel soignant permettrait ainsi de réduire le risque d'erreurs médicales et d'événements indésirables, de s'assurer par la coordination des soins, que les besoins du patient sont satisfaits, mais également, de faciliter et de réduire le temps nécessaire à la prise de décision. Afin de favoriser cette communication au sein des équipes, plusieurs solutions peuvent être mises en place. Prenons d'abord l'exemple du dossier médical du patient, un outil indispensable assurant la traçabilité de toutes les actions effectuées et décrivant l'évolution de l'état de santé du patient. Il s'agit d'un outil de communication, de coordination et d'information utilisé entre les soignants, et avec les patients. La Haute Autorité de Santé (HAS) le décrit comme un élément primordial de la qualité des soins permettant leur continuité dans le cadre d'une prise en charge pluriprofessionnelle et pluridisciplinaire<sup>155</sup>. Ensuite, une fiche de liaison journalière (ou journal de bord) peut également être utilisée afin de faciliter la

communication entre les membres de l'équipe soignante. Il a d'ailleurs été démontré que son utilisation permet d'améliorer la compréhension des objectifs thérapeutiques par le personnel soignant et facilite l'explication de ces objectifs aux proches des patients<sup>139</sup>. On comprend ainsi qu'en documentant explicitement les objectifs de soins des patients, ces derniers sont plus clairs pour l'équipe soignante. De plus, afin de favoriser la communication au sein de l'équipe soignante, des réunions de service doivent être organisées de manière régulière. Lors de ces réunions peuvent être discutés les projets du service ou l'application de nouvelles directives de soin et de prise en charge. Des réunions quotidiennes (ou « staffs ») doivent également être réalisées afin d'échanger sur la prise en charge individuelle de chaque patient. Les échanges peuvent consister à revoir par exemple les succès, les préoccupations, les risques, les performances et les mises à jour sur les initiatives associées à la sécurité des patients de la veille et du jour. En outre, dans ces réunions, la communication doit reposer sur une reconnaissance mutuelle des compétences de chacun des membres de l'équipe pluridisciplinaire. Par exemple, en tenant compte du temps passé auprès des patients, l'expression des infirmières et des aides-soignantes doit être privilégiée lors de ces réunions. Une étude a cherché à démontrer l'impact de la mise en place de ces réunions quotidiennes et conclue qu'il s'agit d'un outil puissant permettant de créer un environnement équitable où le personnel de première ligne peut s'exprimer librement sur les problèmes quotidiens liés à la sécurité des patients. Cet outil permettrait notamment une discussion plus ouverte et plus active avec la direction de l'unité<sup>156</sup>.

Pour finir, les stratégies de communication entre les patients et leur famille doivent également faire l'objet d'une réflexion poussée. En effet, la communication patient-famille est un élément clé dans l'amélioration du bien-être des patients. Dans l'optique de favoriser cette communication, plusieurs options peuvent être envisagées. Premièrement, la présence de la famille sur le lieu d'hospitalisation (décrite dans la partie précédente) a été identifiée comme un élément indispensable contribuant au confort et à l'amélioration de l'état des patients. En revanche, en général, que ce soit pour motif organisationnel (réalisation de soins, heures de visites) ou personnel (travail, enfants) la présence des familles n'est pas possible de manière continue. Ainsi, des stratégies permettant la communication à distance doivent être envisagées. Le téléphone et la vidéoconférence, déjà abordés dans la partie concernant la communication entre les

soignants et la famille, peuvent également être utilisées pour améliorer la communication famille-patient. En effet, les résultats d'une étude menée avec « Baby CareLink », un outil de vidéoconférence, suggèrent que ces solutions répondraient aux besoins éducatifs et émotionnels des familles<sup>157</sup>. Dans cette démarche, les besoins respectifs et les recommandations de la famille doivent être pris en compte. Par exemple, le positionnement de la caméra lors des appels vidéo doit permettre à la famille de voir le patient et son environnement clinique<sup>153</sup>. Pendant ces appels vidéo, il est également recommandé de prévoir un temps pour que la famille et le patient interagissent sans la participation de l'équipe soignante<sup>153</sup>.

## II – Prise en charge de la douleur en réanimation

Comme décrit précédemment, la plupart des nuisances rencontrées dans les services de réanimation peuvent être source de souffrance et plus particulièrement de douleur pour les patients. Dans ce type de service, il a d'ailleurs été établi que près de 30% des patients ressentent des douleurs au repos et 50% lors des soins infirmiers<sup>158</sup>. C'est ainsi sans surprise que l'on retrouve la douleur parmi les symptômes d'inconfort les plus rapportés par les patients. Or, cette source d'agression majeure d'origine multifactorielle peut entraîner des conséquences délétères pour la réhabilitation des patients. En effet, une douleur non contrôlée peut favoriser l'apparition de complications diverses (troubles hémodynamiques, augmentation de la consommation en oxygène, dysfonction diaphragmatique, inadaptation au ventilateur) et de troubles comportementaux (agitation, confusion, délire). Mais, la reconnaissance officielle de la douleur en tant que symptôme n'a été établie que récemment, notamment lors de la conférence de consensus SFAR-SRLF de 2007<sup>159</sup>. Dès lors, l'évaluation et la prise en charge de la douleur en réanimation est devenue fondamentale faisant partie intégrante des recommandations de bonnes pratiques de prise en charge.

### 1) Surveillance et évaluation

Dans cette optique d'amélioration du confort et du bien-être des patients de réanimation, surveiller et évaluer la douleur afin de la prendre en charge efficacement constitue un défi quotidien pour le personnel soignant. En effet, une sous-évaluation de la douleur a été identifiée comme un obstacle majeur à sa prise en charge efficace et l'absence de documentation sur cette évaluation a été associée à des résultats négatifs pour les patients<sup>160</sup>. Pour être pleinement efficace, cette évaluation doit donc être exercée à plusieurs niveaux. Dans un premier temps, l'équipe soignante doit apprécier le niveau de douleur et d'agitation du patient afin d'évaluer ses besoins et de pouvoir définir un objectif de traitement chiffré. Ensuite, l'équipe soignante doit s'assurer de l'adéquation entre la réponse au traitement et les besoins prédéfinis. De plus, en considérant que l'état clinique des patients de réanimation évolue par phases, une réévaluation régulière des besoins et de la réponse au traitement devra également être mise en place. Par ailleurs, cette réévaluation devra également être réalisée après toute modification de traitement

ou stimulation douloureuse. On comprend ainsi que l'évaluation de l'intensité de la douleur doit être réalisée conjointement à l'évaluation des besoins en termes de traitement et ce, de façon régulière et systématique. D'ailleurs, il est désormais très bien documenté que cette évaluation systématique participe à la réhabilitation des patients et permet d'améliorer leur qualité de vie pendant et après le séjour. Tout d'abord, cette surveillance accrue va permettre de mettre en place un traitement personnalisé et adapté aux besoins spécifiques de chaque individu. En effet, dans une étude réalisée sur 1144 patients, ceux dont la douleur a été évaluée étaient plus susceptibles de recevoir une analgésie spécifique pendant les procédures douloureuses que les patients dont la douleur n'a pas été évaluée<sup>161</sup>. De plus, si nécessaire, après chaque réévaluation, le traitement sera réajusté. D'ailleurs, une étude réalisée sur 230 patients comparant un groupe contrôle et un groupe intervention montre qu'il y a eu significativement plus de changements thérapeutiques dans le groupe utilisant cette évaluation systématique que ce soit dans le sens d'une diminution ou d'une augmentation du traitement. Or ici, une diminution significative de l'incidence de la douleur (63% contre 42% ;  $p = 0,002$ ) et de l'agitation (29% contre 12% ;  $p = 0,002$ ) ainsi qu'une diminution significative du taux de douleur et d'agitation sévères ont été observées<sup>162</sup>. Cette évaluation régulière permet donc d'éviter l'inconfort lié à un traitement inefficace mais permet également d'éviter les complications liées à un traitement excessif. Par exemple, Payen et al. montre que les patients soumis à une évaluation régulière de la douleur ont reçu moins d'hypnotiques et des doses quotidiennes plus faibles de midazolam<sup>161</sup>, limitant ainsi le risque d'apparition d'effets indésirables liés à l'utilisation de ces traitements. Chanques et al. met également en évidence une diminution marquée du taux d'infections nosocomiales (17% vs. 8%) dans le groupe intervention<sup>162</sup>. Pour finir, étant donné que la douleur contribue au dysfonctionnement des muscles inspiratoires<sup>163</sup>, évaluer et contrôler systématiquement la douleur va également avoir un impact sur la durée de l'assistance respiratoire. En effet, Chanques et al. montre une diminution marquée de la durée de ventilation mécanique (120 vs. 65 heures) dans le groupe intervention<sup>162</sup>. Payen et al. obtient des conclusions similaires puisque les patients dont la douleur a été évaluée ont bénéficié d'une durée de ventilation mécanique plus courte (8 jours vs. 11 jours ;  $p < 0,01$ ). Ici, l'évaluation systématique de la douleur a révélé un impact sur la durée de séjour qui a été réduite (13 jours vs. 18 jours ;  $p < 0,01$ )<sup>161</sup>.

Afin d'évaluer la douleur, plusieurs méthodes peuvent être employées. Ces outils doivent être simples, assurer la traçabilité de l'évaluation et fournir des résultats reproductibles et sensibles aux changements d'état du patient. De nos jours, la littérature scientifique s'accorde à dire que l'indicateur de douleur le plus fiable et le plus validé, est l'opinion du patient lui-même<sup>159</sup>. L'autoévaluation de la douleur doit donc, autant que possible, être privilégiée. Néanmoins, une autoévaluation n'est pas toujours possible. En effet, comme mentionné précédemment, un tiers des patients gravement malades ne communiquent pas<sup>36</sup>. Le choix des outils d'évaluation utilisés doit alors se faire en tenant compte des capacités du patient à communiquer sur son état afin de permettre à l'équipe soignante d'accéder à la souffrance des patients non communicants, d'éviter les erreurs de diagnostic et ainsi d'adapter le traitement à mettre en place.

### **1.1 – Autoévaluation par le patient**

Prenons d'abord l'exemple d'un patient communicant (intubé ou non intubé) pour qui l'autoévaluation de la douleur doit être privilégiée. Cette dernière pourra être réalisée à l'aide d'une échelle d'évaluation de l'intensité de la douleur. Bien que le choix de l'outil utilisé soit laissé à l'appréciation de l'équipe soignante, les recommandations actuelles suggèrent qu'elle soit réalisée à l'aide d'une échelle validée par la HAS<sup>164</sup>. Parmi ces échelles on retrouve : l'échelle visuelle analogique horizontale ou verticale (Annexe 1), l'échelle numérique orale ou visuelle (Annexe 2), l'échelle verbale simple (Annexe 3) ou encore l'échelle des visages (Annexe 4). Plusieurs études ont été menées afin de comparer la faisabilité et la validité de ces différentes échelles. Dans l'ensemble, la littérature révèle que l'utilisation de ces échelles permet une autoévaluation efficace de la douleur. Dans une étude où les réponses des sujets à des stimuli thermiques induits expérimentalement ont été mesurées, les échelles d'évaluation utilisées ont permis de distinguer les différents niveaux de sensation de douleur<sup>165</sup>. De façon similaire, dans une autre étude, les quatre échelles utilisées ont présenté une bonne fiabilité et une bonne validité pour mesurer la douleur postopératoire<sup>166</sup>. Ces échelles sont également utiles dans l'évaluation de l'efficacité de la prise en charge de la douleur. En effet, une étude a démontré que les quatre échelles utilisées ont été sensibles dans l'évaluation de l'efficacité analgésique<sup>166</sup> et que le recours à ces échelles d'évaluation permet de réduire l'intensité de la douleur ressentie par les patients. Dans une autre étude, réalisée sur 111

patients de réanimation, l'intensité de la douleur a changé de manière significative, montrant une bonne validité et réactivité pour les échelles utilisées<sup>167</sup>. Comparativement, après l'utilisation de ces échelles, une autre étude montre des diminutions significatives des scores de douleur associées aux jours postopératoires<sup>166</sup>. Bien que l'ensemble des échelles disponibles permette d'évaluer et de réduire efficacement l'intensité de la douleur, une attention particulière doit être portée sur leurs caractéristiques individuelles. Dans un premier temps, des différences de performance (fiabilité et sensibilité) ont été mise en évidence pour l'évaluation de la douleur. Certaines échelles apparaissent notamment comme étant susceptibles de compromettre cette d'évaluation. Par exemple, une étude a révélé que les taux d'échecs pour compléter les échelles étaient minimales sauf pour l'échelle visuelle analogique (EVA) verticale<sup>165</sup>. Une étude visant à mesurer la douleur postopératoire de 504 patients présentent des conclusions similaires. En effet, elle met en évidence des difficultés liées à l'utilisation de l'EVA chez les personnes âgées (taux élevés de données non mémorisables et faible validité apparente) et suggère que son utilisation dans cette population soit déconseillée<sup>168</sup>. D'autres échelles se démarquent au contraire par leur efficacité. Par exemple, l'étude précédente montre que l'échelle verbale simple (EVS) s'est révélée être la plus sensible et la plus fiable des échelles utilisées<sup>165</sup>. Dans une autre étude, l'EVS présentait également un profil favorable avec de faibles taux d'erreur et une bonne validité de critère. Toutefois, l'échelle numérique (EN) présentait aussi de faibles taux d'erreurs et une validité des critères plus élevée que les autres échelles<sup>168</sup>. Li et al. montre que l'EVS et l'échelle des visages (FPS-R) présentaient tous deux de faibles taux d'erreur<sup>166</sup>. Dans une revue de la littérature, l'EN est identifiée comme l'échelle préférable en comparaison avec l'EVS et l'EVA. En effet, elle permettrait une meilleure observance des patients, une meilleure réactivité, une plus grande facilité d'utilisation et une bonne applicabilité de la méthode<sup>169</sup>. Ainsi, si l'on se concentre sur l'évaluation de la douleur en réanimation, l'EN visuelle apparaît comme l'outil le plus adéquat. En effet, si l'on regarde l'exemple présenté en Annexe 2, on peut facilement imaginer plusieurs scénarios d'utilisation en réanimation. Le patient non intubé peut indiquer oralement le chiffre représentant l'intensité de sa douleur. Le patient intubé peut montrer du doigt le chiffre représentant l'intensité de sa douleur directement sur le support visuel, le représenter avec ses doigts si sa force musculaire est affaiblie ou serrer la main du soignant lorsqu'il prononce les chiffres un à un. Dans les cas les plus complexes, le soignant peut pointer du doigt

chaque chiffre un par un pour aider le patient. D'ailleurs, Chanques et al. statue que l'EN visuelle est l'échelle d'auto-évaluation la plus réalisable et la plus discriminante pour mesurer l'intensité de la douleur chez les patients gravement malades<sup>167</sup>. Ensuite, des différences ont également été révélées en termes d'atténuation de la douleur. Chanques et al. démontre par exemple que le taux de réponse était significativement plus élevé pour l'EN visuelle (91%) que pour l'EN orale (83%), l'EVS (78%), l'EVA horizontale (68%) et l'EVA verticale (66%)<sup>167</sup>. Au-delà des caractéristiques de performances, des différences apparaissent également en termes d'utilisation préférentielle par les patients. Des études montrent que l'échelle d'évaluation préférée pour représenter l'intensité de la douleur était l'EN<sup>168</sup>, ou l'EN suivie de l'EVS<sup>165</sup>. Une autre étude révèle que près de la moitié des participants (48,1%) ont préféré le FPS-R, suivi de l'EN (24,4%), de l'EVS (23,1%) et de l'EVA (4,4%)<sup>166</sup>. Ainsi, pour réaliser une autoévaluation efficace, le choix de l'outil à utiliser devra donc être fait en se basant non seulement sur les performances de cet outil mais également sur les caractéristiques et les désirs du patient.

## **1.2 – Hétéroévaluation par l'équipe soignante**

Pendant des procédures douloureuses, il est fréquent d'observer des manifestations comportementales caractéristiques chez les patients. Une étude a cherché à identifier ces comportements spécifiquement liés à la douleur procédurale qui regroupent : la grimace, la rigidité, le tressaillement, la fermeture des yeux, la verbalisation, les gémissements et la crispation des poings<sup>170</sup>. En pratique, le personnel soignant identifie ces comportements comme un indicateur de douleur. Puntillo et al. met en évidence une relation étroite entre la douleur procédurale et les réponses comportementales, justifiant ainsi l'utilisation de ces réponses comportementales afin de planifier, mettre en œuvre et évaluer les interventions analgésiques<sup>170</sup>. Ainsi, dans le cas où le patient est non communicant et dans l'incapacité de réaliser une autoévaluation, la douleur sera évaluée par les soignants à l'aide d'échelles comportementales : on parle alors d'hétéroévaluation. Cette situation concerne les patients intubés sédatisés et les patients présentant de la confusion, des troubles de la vigilance ou de la compréhension (intubés ou non intubés). Ces échelles d'évaluation comportementale de la douleur constituent la référence en matière d'évaluation de la douleur chez les patients sédatisés et ventilés<sup>171</sup>. Les recherches actuelles soulignent que les deux outils les mieux validés pour les

patients dans l'incapacité d'auto-exprimer leur douleur sont : l'échelle comportementale de la douleur ou « Behavioral Pain Scale » (Annexe 5) et l'outil d'observation de la douleur en réanimation ou « Critical Care Pain Observation Tool » (Annexe 7)<sup>158</sup>. Ces deux outils ont d'ailleurs été recommandés pour une utilisation clinique chez les patients de réanimation<sup>172</sup>. La « Behavioral Pain Scale » (BPS) a également été adaptée pour être utilisée chez les patients non intubés : « Behavioral Pain Scale – Non Intubated » (Annexe 6). Plus récemment, l'échelle non verbale de la douleur ou « Non-Verbal Pain Scale » (Annexe 8) a également été validée. Comme pour les échelles d'autoévaluation, des études ont été menées afin d'évaluer leur validité. Dans l'ensemble, il est établi que l'utilisation de ces échelles permet une hétéroévaluation efficace de la douleur. Par exemple, dans une étude comparant l'utilisation de la BPS, du « Critical-Care Pain Observation Tool » (CPOT) et de la « Non-Verbal Pain Scale » (NVPS), les trois échelles ont montré de bonnes propriétés psychométriques<sup>173</sup>. L'efficacité de cette évaluation de la douleur est définie sur la base de plusieurs caractéristiques telles que la validité discriminante, la validité de critère et la fiabilité inter-évaluateurs. Par définition, la validité discriminante d'une échelle d'évaluation de la douleur est élevée si les indicateurs mesurant des phénomènes différents sont faiblement corrélés (exemple : procédure douloureuse vs. procédure non douloureuse). Dans une étude prospective observationnelle, les résultats en matière de validité discriminante soutiennent l'utilisation du CPOT pour détecter la douleur chez les patients souffrant de lésions cérébrales graves. En effet, le CPOT a augmenté de manière significative après l'aspiration mais est resté inchangé après le toucher doux<sup>174</sup>. Une autre étude confirme la validité discriminante du CPOT et de la NVPS avec des scores qui ont augmenté de manière significative lorsque les participants ont été tournés, mais pas pendant la mesure de la pression artérielle<sup>175</sup>. Joffe et al. confirment également la validité discriminante du CPOT puisque les scores étaient significativement plus élevés lors du retournement que lors du toucher doux ( $p < 0,001$ )<sup>176</sup>. Si l'on se concentre sur la BPS, Ribeiro et al. affirment que cette échelle présente une bonne validité discriminante<sup>177</sup>. Comparativement, dans une étude réalisée sur des patients présentant un faible niveau de conscience à la suite d'un traumatisme crânien, les scores moyens BPS étaient significativement différents pendant les procédures douloureuses et non douloureuses (7,75 vs. 3,28 ;  $p = 0,001$ )<sup>178</sup>. La « Behavioral Pain Scale – Non-Intubated » (BPS-NI) présente également une bonne validité discriminante. En effet, dans une étude, les scores BPS-NI étaient plus élevés

pendant les procédures douloureuses qu'au repos<sup>179</sup>. Ensuite, pour avoir une validité de critère élevée, une échelle d'évaluation de la douleur doit présenter des résultats similaires à une évaluation standard de la douleur (exemple : l'autoévaluation du patient). Ainsi, Topolovec-Vranic et al. ont confirmé la validité de critère du CPOT et de la NVPS avec des scores qui étaient significativement plus élevés pendant la procédure de retournement pour les patients qui avaient indiqué qu'ils souffraient que pour ceux ayant indiqué ne pas souffrir<sup>175</sup>. Pour finir, la fiabilité inter-évaluateur de ces échelles, qui représente le degré d'accord entre des observateurs indépendants évaluant le même phénomène, a également été établie. Par exemple, Dehghani et al. valident la fiabilité inter-évaluateurs de la BPS puisqu'il n'y avait pas de différence significative du score moyen enregistré par deux évaluateurs<sup>178</sup>. Chanques et al. valident également cette fiabilité inter-évaluateurs pour la BPS-NI<sup>179</sup>. Toutefois, il faut ici aussi tenir compte des caractéristiques individuelles de chaque échelle. Par exemple, Topolovec-Vranic et al. révèlent que la fiabilité inter-évaluateurs était généralement plus élevée pour le CPOT que pour la NVPS<sup>175</sup>. Plus récemment, Chanques et al. appuient ces conclusions et affirment que, en comparaison avec la NVPS, la BPS et le CPOT présentent une meilleure fiabilité inter-évaluateur et une meilleure cohérence interne<sup>173</sup>. Si l'on regarde du côté de la réactivité de ces échelles, des différences ont également été mises en évidence. Par exemple, pour Chanques et al., la réactivité était significativement plus élevée pour la BPS que pour le CPOT et pour le CPOT que pour la NVPS<sup>173</sup>. Enfin, des différences ont également été observées du point de vue de la faisabilité. Par exemple, le CPOT et la NVPS ont été estimés comme comparables du point de vue de la faisabilité<sup>175</sup>. En revanche, en comparaison avec le CPOT et la NVPS, la BPS a été considérée comme l'échelle la plus facile à mémoriser<sup>173</sup>. Mais, contrairement aux échelles d'autoévaluation, les utilisateurs ne semblent pas avoir de préférence pour un type d'échelle particulier. En effet, dans l'étude mentionnée précédemment, il n'y avait pas de différence significative en ce qui concerne la préférence des utilisateurs<sup>173</sup>. Pour conclure, la BPS et le CPOT présentent des propriétés psychométriques similaires chez les patients intubés et non intubés qui ne communiquent pas<sup>173</sup>, et ces outils ont tous deux été validés pour tout type de patient de réanimation, notamment pour les patients cérébrolésés<sup>174-178</sup>.

### 1.3 – Evaluation des variations physiologiques

Lors de procédures douloureuses, au-delà des manifestations comportementales, des modifications de certains paramètres physiologiques (fréquence cardiaque, tension artérielle, fréquence respiratoire) peuvent également être observées. Par exemple, l'étude de Chanques et al. a montré que les fréquences cardiaque et respiratoire augmentent de manière significative au cours des procédures nociceptives par rapport aux autres procédures<sup>179</sup>. Une autre étude a révélé des changements significatifs de la fréquence cardiaque et de la taille des pupilles lors de procédures nocives qui n'ont pas été observés lors de procédures non nocives ( $p < 0,01$ )<sup>180</sup>. Néanmoins, la littérature affirme que, en réanimation, ces paramètres physiologiques sont moins sensibles et moins pertinents que les échelles comportementales préalablement citées. Par exemple, Chanques et al. révèlent qu'une modification cliniquement pertinente des paramètres physiologiques pendant les procédures nociceptives a été observée chez moins de 50% des patients, alors qu'une augmentation significative du score de la BPS-NI a été mesurée chez 83% des patients<sup>179</sup>. Cela signifie que la simple observation de ces paramètres physiologiques ne suffit pas pour évaluer la douleur chez les patients de réanimation. En revanche, des nouvelles techniques prometteuses d'évaluation de la douleur basées sur la mesure de paramètres physiologiques plus sensibles ont été récemment développées.

Par exemple, une technique mesurant le diamètre pupillaire et ses variations a récemment vu le jour : la vidéo-pupillométrie (Annexe 9). Néanmoins, sa validité en réanimation reste controversée. En effet, certaines études établissent que la vidéo-pupillométrie permet une évaluation simple de la douleur<sup>181</sup> et montrent des variations du diamètre pupillaire lors de procédures douloureuses<sup>180</sup>. En revanche, d'autres résultats reflètent l'incapacité totale de cette technique à détecter la douleur. Par exemple, Bernard et al. n'identifient pas la vidéo-pupillométrie comme un bon prédicteur de la douleur, ni comme un outil valide, fiable ou acceptable<sup>182</sup>. Toutefois, l'utilisation de la vidéo-pupillométrie s'est avérée efficace pour prédire la douleur pouvant être ressentie au cours des soins<sup>183-185</sup>.

On peut également citer une autre technique basée sur l'analyse mathématique de la variabilité du rythme cardiaque: l'indice d'analgésie et de nociception ou Analgesia Nociception Index (ANI) illustré en Annexe 10. Cet index, reflet du tonus parasympathique, possède des variations qui permettent d'anticiper les stimuli nociceptifs. En effet, ses variations sont plus précoces que celles de la pression artérielle et la fréquence cardiaque, témoins habituels d'un défaut d'analgésie. L'interprétation des données ce fait comme suit : une valeur d'ANI proche de 100 correspond à un tonus parasympathique prédominant (bas niveau de stress, analgésie) et une valeur proche de 0 correspond à un tonus sympathique prédominant (haut niveau de stress, nociception)<sup>186</sup>. L'efficacité de cette solution a été largement démontrée. En effet, l'ANI a été identifiée comme efficace pour détecter la douleur en réanimation chez les patients profondément sédatés<sup>187</sup>, légèrement sédatés<sup>188</sup> mais également chez des patients non sédatés et non confus<sup>189</sup>.

#### **1.4 – Evaluation du niveau de conscience**

Comme vu précédemment, mettre en œuvre des approches systématiques d'évaluation de la douleur est indispensable et permet d'impacter positivement les pratiques et les résultats pour les patients. Toutefois, pour être pleinement efficace, l'évaluation de la douleur doit se faire à l'aide d'outils adaptés à la capacité de communication et à l'état du patient. Pour pouvoir apprécier les capacités de communication des patients, il est nécessaire d'évaluer leur niveau de conscience. Cette évaluation objective et répétée de l'état mental du patient va également permettre de dépister l'apparition de troubles cognitifs et de les prendre en charge précocement. Pour rappel, la conscience regroupe deux composantes distinctes mais étroitement liées : le niveau d'éveil et le contenu. Son évaluation repose donc sur l'analyse de ces deux composantes.

Ainsi, l'évaluation de la conscience va donc consister, dans un premier temps, à évaluer le niveau d'éveil (ou niveau de conscience) des patients. Pour ce faire, plusieurs échelles d'évaluation validées peuvent être utilisées. On retrouve notamment : la Ramsay Sedation Scale (Annexe 11), la Richmond Agitation Sedation Scale (Annexe 12), le Glasgow Coma Score (Annexe 13) ou la Sedation Agitation Scale (Annexe 14). Plusieurs études ont été menées afin de comparer la fiabilité et la validité de ces différentes échelles. Dans

l'ensemble, la littérature révèle que l'utilisation de ces échelles permet une évaluation efficace du niveau de vigilance. Par exemple, dans une étude comparative, ces quatre outils d'évaluation ont fait preuve d'une bonne fiabilité inter-opérateur et étaient comparables<sup>190</sup>. De façon similaire, une étude utilisant la Richmond Agitation Sedation Scale (RASS), la Sedation Agitation Scale (SAS) et la Glasgow Coma Scale (GCS) affirme que ces instruments sont suffisamment fiables et réalisables pour être utilisés comme outil de dépistage des troubles de la conscience dans une unité de soins intensifs neurologiques<sup>191</sup>. Néanmoins, des différences peuvent être observées entre ces différents outils. Par exemple, l'étude citée précédemment précise que comparativement à l'échelle de Ramsay et au score de Glasgow, les échelles RASS et SAS ont présenté les meilleures corrélations et les meilleurs résultats d'accord dans toutes les catégories professionnelles<sup>190</sup>. De plus, Rasheed et al. révèlent que l'échelle RASS a montré une excellente concordance entre les évaluateurs par rapport à la faible concordance de l'échelle de Ramsay<sup>192</sup>. Comparativement aux autres échelles, l'échelle RASS semble présenter les caractéristiques les plus favorables notamment en termes de validité, de fiabilité et d'applicabilité. Par exemple, Rasheed et al. confirment que cette échelle est en accord avec l'observation clinique et la pratique de différents observateurs<sup>192</sup>. De plus, il a été établi que l'utilisation de cette échelle était liée à une évaluation plus fiable des niveaux de sédation<sup>192</sup> et faisant preuve d'une excellente fiabilité inter-opérateur et d'une validité de critère, de construction et d'apparence<sup>193</sup>. Par ailleurs, cette échelle peut être efficacement employée pour une large population de patients. Elle présente en effet une fiabilité et une validité élevées chez les patients adultes des unités de soins intensifs médicaux et chirurgicaux, ventilés et non ventilés, sédatisés et non sédatisés<sup>194</sup>. Cette large possibilité d'utilisation a conduit à une utilisation massive qui a notamment nécessité sa traduction en français<sup>195</sup>. L'échelle traduite a d'ailleurs conservé une fiabilité inter-opérateur importante<sup>196</sup> et sa simplicité d'utilisation a été démontrée. Par exemple, elle a été décrite comme logique, facile à administrer et facilement mémorisable<sup>194</sup>. De façon similaire, Arevalo et al. la décrivent comme étant moins longue, plus claire et plus facile à utiliser que les autres échelles<sup>197</sup>. En plus de cette supériorité, l'échelle RASS présente un autre avantage non négligeable. Il s'agit de la première échelle de sédation validée pour sa capacité à détecter les changements d'état de sédation<sup>193</sup>. Ainsi, cet outil clinique fiable peut être utilisé pour la surveillance de l'état de vigilance et de conscience des patients de réanimation. Pour finir, l'échelle

Adaptation to the Intensive Care Environment (ATICE) a été également mise au point afin de mesurer l'adaptation des patients sous ventilation mécanique à l'environnement de réanimation. Celle-ci permet une évaluation conjointe de la douleur et du niveau de vigilance des patients (Annexe 15). Après un développement multidisciplinaire rigoureux, la fiabilité, la validité et la réactivité de cette échelle ont été démontrées<sup>198</sup>.

L'étape suivante consiste à évaluer le contenu de la conscience notamment la clarté de la pensée et la confusion mentale. Par définition, la confusion mentale peut être divisée en trois sous-types : hyperactive, hypoactive et mixte<sup>199</sup>. La confusion mentale hyperactive est caractérisée par une agitation, une nervosité et des tentatives de retrait du matériel médical (tubes et cathéters). La confusion mentale hypoactive est définie par un repli sur soi, un émoussement affectif, une apathie, une léthargie et une diminution de la réactivité. La confusion mentale est jugée mixte lorsque les patients fluctuent entre ces deux états. En réanimation, les types mixtes et hypoactifs sont les plus communs. Cependant, étant donné qu'ils peuvent passer inaperçus, ces états sont souvent non diagnostiqués si un monitoring de routine n'est pas mis en place. Or, la confusion mentale en réanimation est comme dit précédemment un facteur prédictif négatif de l'évolution de l'état de santé des patients (page 42) dont la prise en charge constitue un enjeu majeur pour le personnel soignant. Ainsi, afin de détecter précocement son apparition et de pouvoir agir sur ses causes modifiables (cf. paragraphe 1, page 36), il apparaît crucial d'intégrer une évaluation systématique et régulière de la confusion aux pratiques de soins dans ce type de service. Pour ce faire, plusieurs méthodes de détection peuvent être utilisées. Premièrement, la confusion mentale peut être directement évaluée par les médecins de l'unité en se basant sur leur jugement et sur le diagnostic d'un psychiatre ou d'un neurologue. Néanmoins, il a été démontré que les professionnels de santé sous-évaluent systématiquement le délire. En effet, dans une étude comparant différentes méthodes d'évaluation, la sensibilité de l'évaluation par les médecins n'était que de 29%<sup>200</sup> témoignant ainsi de la faible fiabilité de cette solution. Cette sous-évaluation souligne la nécessité de l'utilisation de techniques d'évaluation standard pour tous les patients de réanimation. Pour ce faire, des outils de dépistage simples à l'usage de l'équipe soignante ont été développés tels que : le Confusion Assessment Method for Intensive Care Unit (CAM-ICU) et l'Intensive Care Delirium Screening Checklist (ICDSC). Ces outils ont été identifiés comme efficaces pour dépister

la confusion en réanimation. Il a d'ailleurs été établi que le CAM-ICU (Annexe 16) et l'ICDSC (Annexe 17) sont, d'un point de vue psychométrique, les deux outils les plus valides et les plus fiables de monitoring de la confusion mentale chez les patients adultes de réanimation<sup>201</sup>. Si l'on regarde l'ICDSC, cet instrument s'est révélé comme un outil rapide, pouvant être facilement utilisé même dans un environnement très fréquenté ou lorsque la communication avec le patient est compromise<sup>202</sup> et présentant une bonne sensibilité et une bonne spécificité<sup>203</sup>. D'autre part, le CAM-ICU a été identifié comme un outil valide, fiable, rapide, présentant une sensibilité et une spécificité élevées, ainsi qu'une très grande fiabilité entre les évaluateurs<sup>204-206</sup>. Bien qu'ils soient tous deux des outils d'évaluation précis et efficaces, des différences ont été observées. En effet, une revue systématique de la littérature réalisée en 2012 incluant neuf études évaluant le CAM-ICU et quatre évaluant l'ICDSC a cherché à évaluer et comparer leur précision pour le diagnostic du délire<sup>207</sup>. Ici, l'ICDSC présentait une bonne spécificité (spécificité combinée : 81,9%), une sensibilité modérée (sensibilité combinée : 74%) et un odds ratio diagnostique faible (21,5). Néanmoins, la supériorité du CAM-ICU a été démontrée en termes de spécificité (spécificité combinée : 95,9%), de sensibilité (sensibilité combinée : 80,0%) et d'odds ratio diagnostique (103,2)<sup>207</sup>. Des conclusions similaires ont été obtenues dans une méta-analyse de 2021 incluant vingt-neuf études évaluant le CAM-ICU et douze évaluant l'ICDSC. Ici, le CAM-ICU présentait une meilleure sensibilité (84% vs. 83%) et une meilleure spécificité (95% vs. 87%) que l'ICDSC, faisant de lui un outil plus efficace pour détecter le délire et exclure les patients sans délire<sup>208</sup>.

## 2) Mise en place du traitement

En France, l'accès aux soins pour soulager la souffrance et la douleur est un droit<sup>209-211</sup> et soulager la souffrance et la douleur constitue un devoir pour tous les soignants<sup>212-214</sup>. L'évaluation systématique décrite dans la partie précédente va permettre de mettre en évidence des diagnostics associés, dont la détection est centrale dans la prise en charge globale du patient. Une fois identifiée, la cause de la douleur va conditionner le choix de la méthode analgésique à employer. Ce choix thérapeutique doit également prendre en compte les défaillances du patient, les conséquences délétères de la douleur ainsi que les effets secondaires des traitements antalgiques employés. Dans ce contexte, des traitements médicamenteux ou non médicamenteux peuvent être utilisés seuls ou en association.

### **2.1 – Les moyens non médicamenteux**

En première intention, il est recommandé de privilégier les solutions non médicamenteuses de prise en charge de la douleur. Le soignant joue un rôle crucial dans cette prise en charge étant donné que des modifications et ajustements de la pratique de soins peuvent avoir un impact significatif sur le confort des patients. Premièrement, il faut accorder une attention particulière à la relation établie entre le soignant et le patient. Le soignant doit adopter une posture permettant à la fois d'informer, de rassurer et d'écouter le patient, favorisant ainsi l'instauration d'une relation d'aide et de confiance fondée sur la communication. En effet, l'attitude adoptée par le soignant peut avoir un impact direct sur l'expérience de la douleur. Par exemple, une étude réalisée sur 205 patients a permis de mettre en évidence que les participants interagissant avec les médecins qui transmettaient un haut niveau de soutien non verbal ont montré une plus grande tolérance et une réduction de la douleur comparativement à ceux qui ont interagi avec les médecins qui transmettaient un faible niveau de soutien non verbal<sup>215</sup>. Par ailleurs, des adaptations simples liées à l'environnement de réanimation doivent également être envisagées afin de limiter la douleur induite par les soins. Par exemple, il faut systématiquement rechercher la position la plus confortable pour le patient afin de pouvoir l'ajuster en fonction de ses besoins (position assise, décubitus latéral, verticalisation, mise au fauteuil ou déambulation). Le repositionnement des patients pour

soulager la douleur est d'ailleurs une technique analgésique très répandue<sup>216</sup>. Ensuite, une attention particulière doit être portée vis-à-vis de la ventilation, source fréquente d'inconfort pour les patients. Chanques et al. montrent par exemple que l'augmentation de l'humidité délivrée aux patients bénéficiant d'une oxygénothérapie à haut débit, est associée à une diminution des symptômes de sécheresse buccale<sup>217</sup>. D'autre part, un effort doit être fait vis-à-vis des tuyaux reliés au patient. En effet, il faut systématiquement identifier ceux qui ne sont pas indispensables (voire inutiles) et ceux qui sont mal positionnés. Par exemple, chez un patient avec une fonction rénale stabilisée, la présence d'une sonde urinaire, source fréquente de douleur, n'est pas requise et doit être évitée. Pour finir, déjà identifiées comme efficaces pour soulager différents types de douleur, des thérapeutiques simples telles que l'application de froid sur un traumatisme ou l'application de chaleur sur une douleur, ne doivent pas être négligées. Par exemple, l'application de froid s'est avérée efficace pour réduire la douleur due au retrait d'un drain thoracique<sup>218-220</sup>, tandis que la compression chaude s'est révélée très efficace pour soulager la douleur liée à des courbatures<sup>221</sup> ou à des douleurs menstruelles<sup>222</sup>. Ces solutions pourraient donc être, en fonction des situations, utilisées pour soulager les douleurs ressenties par les patients de réanimation.

Au-delà du rôle du soignant et des modifications dans les pratiques de soins, le personnel médical peut avoir recours à des techniques de distraction non spécifiques pour prendre en charge et soulager la douleur des patients. Parmi ces solutions on retrouve par exemple : la musique, la télévision, les jeux vidéo et les jeux de société, ou encore les interactions verbales. Dans la littérature, toutes ces solutions ont été identifiées comme des techniques efficaces pour soulager la douleur des patients. Par exemple, une méta-analyse conduite sur 97 études a révélé que les interventions musicales avaient des effets significatifs sur la diminution de la douleur<sup>223</sup>. D'autre part, une étude examinant l'impact de trois méthodes de distraction (jeu de cartes, musique de dessin animé, gonflage d'un ballon) révèle que ces méthodes ont réduit de façon significative la perception de la douleur et de l'anxiété<sup>224</sup>. Dans une autre étude comparative, les jeux vidéo, les dessins animés et les interactions verbales avec les proches se sont également avérées efficaces pour réduire l'anxiété et la perception de la douleur des enfants pendant une ponction veineuse. Dans ce cas précis, le niveau le plus bas d'anxiété et de douleur a été enregistré pour les patients du groupe jeux vidéo<sup>225</sup>.

L'efficacité des jeux vidéo a également été démontré par Yohannan et al. qui mettent en évidence que le groupe jeux vidéo a ressenti moins de douleur que le groupe témoin au fil du temps<sup>226</sup>.

Pour finir, des techniques analgésiques spécifiques ont également été mises au point. Dans cette catégorie, on retrouve par exemple les massages, dont l'efficacité pour soulager la douleur a été largement démontrée<sup>227,228</sup>. Qu'ils soient réalisés par le personnel soignant ou par les membres de la famille, les massages des mains ou des pieds permettent notamment de réduire efficacement les douleurs ressenties par les patients de réanimation<sup>229-231</sup>. Au-delà des massages simples, le principe du « toucher-massage », créé en 1982 par Joël Savatofski, masseur-kinésithérapeute, peut également être utilisé pour soulager la douleur. Le toucher-massage correspond à une intention bienveillante basée sur un enchaînement de gestes sur tout ou partie du corps, permettant de détendre, d'apaiser, de rassurer, de procurer du bien-être et de communiquer avec le patient. L'objectif premier est d'établir une relation de confiance, synonyme de bien-être pour le patient<sup>232</sup>. Il existe plusieurs exemples des effets positifs du toucher massage sur la douleur, l'anxiété et la fatigue, ainsi que sur les paramètres biochimiques<sup>233</sup>. D'ailleurs, l'intégration d'interventions de toucher massage dans la planification des soins pourrait également être bénéfique pour les patients souffrant de douleur chronique<sup>234</sup>. La réflexologie est une autre technique manuelle visant à libérer les facultés d'autorégulation du corps humain. En effet, il a été établi que le massage réflexologique des pieds pouvait réduire efficacement les niveaux d'anxiété liés à la douleur et améliorer la qualité et la quantité du sommeil des patients souffrant de brûlures<sup>235</sup>. D'autre part, la musicothérapie, qui correspond à l'utilisation de la musique et/ou du son dans une démarche de soin, est une technique analgésique spécifique très prometteuse. Elle a notamment été identifiée comme une intervention non pharmacologique permettant une diminution significative de la douleur ressentie par les patients de réanimation<sup>125,236</sup>. Pour finir, d'autres techniques telles que l'hypnose médicale<sup>237-239</sup>, l'acupuncture<sup>239</sup> ou l'écoute de sons naturels<sup>239</sup> se sont également révélées efficace pour lutter contre la douleur et pourraient donc être utilisées dans la prise en charge des patients de réanimation.

Bien que leur efficacité ait été largement démontrée, ces techniques non médicamenteuses sont largement sous-utilisées<sup>216</sup> notamment à cause de facteurs tels que la fatigue, les responsabilités multiples, la charge de travail et le manque de personnel soignant.

## **2.2 – Les moyens médicamenteux**

Après la mise en place d'un traitement non médicamenteux, le niveau de douleur des patients doit faire l'objet d'une réévaluation systématique et en cas de soulagement insuffisant, un traitement médicamenteux doit alors être indiqué. La méthode analgésique employée doit être appropriée et adaptée aux besoins spécifiques des patients. De plus, ce traitement médicamenteux devra lui aussi faire l'objet d'une réévaluation pour surveiller son efficacité mais également pour dépister une analgésie devenue inutile pouvant être source d'effets secondaires. En réanimation on parle de « sédation-analgésie ». Emprunté du latin « sedatio » signifiant l'action d'apaiser et de calmer, la sédation est la recherche, par des moyens médicamenteux, d'une diminution de la vigilance pouvant aller jusqu'à la perte de conscience<sup>240</sup>. En réanimation, la sédation regroupe l'ensemble des techniques pharmacologiques ou non, mises en œuvre pour assurer le confort et la sécurité de la prise en charge du patient dans un milieu source d'agressions physiques et/ou psychologiques<sup>159</sup>. Ainsi, en réanimation, la sédation prend en considération deux composantes : l'analgésie (suppression de la douleur) et la narcose (suspension temporaire et réversible de la conscience) justifiant ainsi de l'utilisation du terme « sédation-analgésie ». Cette dernière peut être divisée en deux catégories distinctes. La sédation-analgésie de confort, qui va permettre de soulager en priorité la douleur et d'améliorer la tolérance à l'environnement. Et la sédation-analgésie thérapeutique, plus profonde, un élément à part entière du traitement dans certaines circonstances pathologiques (choc septique ou cardiogénique, pneumonie, détresse respiratoire aiguë, état de mal épileptique, traumatisme crânien...). L'efficacité des protocoles de sédation-analgésie a été largement démontrée et révèle notamment que leur mise en œuvre est associée à un niveau de sédation globalement plus léger, à une durée moyenne de ventilation plus courte et à une utilisation réduite de sédatifs en perfusion continue<sup>241</sup>. Dans ce contexte, plusieurs familles de composés pourront être utilisées seules ou en association.

### 2.2.1 – Les hypnotiques

Permettant l'obtention d'une anxiolyse et d'une narcose, les hypnotiques sont des composés largement employés en tant qu'agents de sédation. Parmi les plus utilisés on retrouve notamment le midazolam et le propofol. Le midazolam, une molécule de la famille des benzodiazépines, possède à la fois des propriétés sédatives et hypnotiques puissantes mais également des propriétés anxiolytiques, anti-convulsivantes et myorelaxantes<sup>42</sup>. Le propofol (2,6 di-isopropylphénol), un anesthésique général d'action rapide peut lui aussi, par son effet hypnotique, être utilisé en tant qu'agent de sédation. Leur efficacité en tant qu'agents sédatifs a été largement démontrée et est désormais très bien établie<sup>242,243</sup>. Ces composés possèderaient d'ailleurs des propriétés sédatives comparables. En effet, il a été prouvé que, midazolam et propofol étaient responsables d'une sédation comparable en termes de sûreté et d'efficacité<sup>243-246</sup>. Néanmoins, des différences ont également été observées entre ces deux molécules. Premièrement, en raison d'une distribution et d'une clairance rapides, la durée d'action du propofol est courte et la récupération est rapide, permettant un meilleur contrôle de la profondeur de sédation et des temps d'émergence plus prévisibles. En effet, il a été démontré que les temps de récupération des patients étaient plus rapides et plus prévisibles avec le propofol qu'avec le midazolam<sup>243,245</sup>. Cette courte durée d'action confère au propofol un temps de sevrage plus court associé à son administration. Ainsi, et ce malgré des différences notables dans le coût de la sédation entre ces deux agents, le profil économique est plus favorable pour le propofol que pour le midazolam<sup>246</sup>. Ensuite, la qualité de la sédation serait meilleure pour le propofol que pour le midazolam. En effet, dans une étude comparative, l'évaluation de la sédation et la tolérance à l'environnement de l'unité de soins intensifs étaient significativement meilleures dans le groupe traité au propofol<sup>245</sup>. En termes de résultats cliniques, les avis sont controversés. En effet, une étude révèle qu'aucune différence entre les deux médicaments n'a pu être démontrée en ce qui concerne le délai d'extubation ou de sortie de l'unité de soins intensifs<sup>244</sup>. Plus récemment, il a été démontré que la sédation par administration de propofol par rapport à celle par administration de midazolam était associée à une réduction de la durée de séjour, de la durée de la ventilation mécanique et de la durée d'extubation<sup>247</sup>.

Toutefois, une sédation prolongée avec le midazolam ou le propofol est associée avec l'apparition d'effets indésirables graves (page 32) conduisant à l'identification de nouvelles options thérapeutiques comme la dexmédétomidine, agoniste hautement sélectif du récepteur alpha-2, identifiée comme étant un agent efficace pour la sédation et l'analgésie en soins intensifs<sup>248</sup>. Comparativement au midazolam et au propofol, cette substance thérapeutique a d'ailleurs révélé des effets au moins équivalents en termes de sédation. Deux essais multicentriques randomisés en double aveugle ont été menés de 2007 à 2010 afin de déterminer l'efficacité de la dexmédétomidine par rapport au midazolam (MIDEX) ou au propofol (PRODEX). Ces études ont montré que son efficacité n'était ni inférieure au midazolam ni au propofol pour le maintien d'une sédation légère à modérée<sup>249</sup>. Par ailleurs, la dexmédétomidine a également révélé des effets bénéfiques permettant de contrebalancer certains des effets indésirables mentionnés précédemment. Dans les études MIDEX et PRODEX, elle a permis de réduire la durée de la ventilation mécanique par rapport au midazolam mais également de réduire le délai d'extubation et d'améliorer la capacité des patients à communiquer leur douleur par rapport au midazolam et au propofol<sup>249</sup>. De façon similaire, une revue de la littérature montre que dans certaines études, les patients recevant de la dexmédétomidine étaient plus faciles à réveiller, plus coopératifs, plus aptes à communiquer et moins susceptibles de développer un délire que les patients recevant du midazolam ou du propofol<sup>250</sup>. Plus récemment, la dexmédétomidine a révélé une réduction des effets indésirables par rapport au propofol notamment une dépression respiratoire minimale<sup>251,252</sup> et la possibilité de prévenir et/ou de traiter le délire<sup>252</sup>. Pour finir, bien que le coût du propofol soit moins élevé, il semble que l'impact économique de la dexmédétomidine soit similaire à celui du propofol<sup>252</sup>. Néanmoins, l'utilisation de la dexmédétomidine est associée à l'apparition d'effets indésirables non négligeables tels que l'hypotension, l'hypertension et la bradycardie<sup>250</sup>. L'apparition d'effets indésirables est d'ailleurs plus fréquente pour la dexmédétomidine que pour les autres hypnotiques comme montré dans les études MIDEX et PRODEX<sup>249</sup>. De plus, Wang et al. montrent que les patients sortis de l'unité de soins intensifs ayant reçu du propofol pour la sédation présentaient moins de troubles des fonctions cognitives que les patients ayant reçu de la dexmédétomidine<sup>253</sup>.

D'autres hypnotiques tels que l'etomidate, la kétamine, le nesdonal ou la clonidine peuvent être employés en tant qu'agent de sédation mais restent relativement peu

utilisés en réanimation. Si l'on prend l'exemple de la clonidine, cette molécule a été identifiée comme une alternative au midazolam. En effet, les délais pour atteindre la sédation et l'analgésie maximales étaient comparables et le pourcentage de temps passé sous sédation adéquate était similaire<sup>254</sup>. De plus, les proportions de symptômes de sevrage étaient similaires, mais une plus grande proportion a nécessité une intervention clinique chez les patients recevant du midazolam<sup>254</sup>. Néanmoins, il y avait plus d'échecs de traitement sous clonidine (18,8% vs. 11,5%)<sup>254</sup>. Dans une étude comparant la clonidine à la dexmédétomidine, toutes deux ont produit une sédation efficace, toutefois, la stabilité hémodynamique apportée par la dexmédétomidine lui confère un avantage pour la sédation à court terme en réanimation<sup>255</sup>.

### 2.2.2 – Les analgésiques

Afin de mettre en place des protocoles de sédation-analgésie efficaces, l'utilisation de composés analgésiques tels que les morphinomimétiques est également recommandée<sup>159</sup>. Prenons d'abord l'exemple de la morphine : dotée d'une action analgésique dose-dépendante, elle constitue l'analgésique le plus utilisé tant dans le traitement de la douleur aiguë que de la douleur chronique de forte intensité. Son utilisation en réanimation a été largement décrite dans la littérature<sup>256</sup> et révèle notamment les problèmes spécifiques posés par l'élimination rénale de son métabolite pharmacologiquement actif, le morphine-6-glucuronide<sup>257-259</sup>. En effet, les patients de réanimation (présentant généralement des défaillances multi-viscérales) peuvent souffrir d'insuffisance rénale, et en conséquence, être exposés à un risque d'accumulation de ce métabolite responsable de dépression respiratoire sévère et prolongée<sup>260</sup>. Ainsi, l'emploi d'autres composés morphiniques a dû être envisagé afin de soulager la douleur et d'induire une sédation. Par exemple, le sufentanil, un opioïde de synthèse et analgésique morphinomimétique très puissant, peut également être utilisé dans ce contexte. Le sufentanil possède d'ailleurs des propriétés comparables à celles de la morphine. En effet, une étude révèle que la qualité du soulagement de la douleur était similaire pour le sufentanil et la morphine et que l'incidence d'effets indésirables (nausées, vomissements, prurit, somnolence) était comparable pour les deux composés<sup>261</sup>. Néanmoins, il présente un avantage par rapport à la morphine. En effet, cette étude révèle également que pendant les premières heures de traitement, les

capacités vitales forcées étaient statistiquement meilleures avec le sufentanil<sup>261</sup>. Ensuite, l'emploi du rémifentanil, un antalgique puissant mais peu sédatif, possédant lui aussi des propriétés similaires à celles de la morphine, peut également être envisagé. Chinachoti et al. démontrent une équivalence en termes de variabilité inter-sujets de la durée de sédation optimale, de rapidité d'extubation, de stabilité hémodynamique et d'apparition d'effets indésirables cardiovasculaires<sup>262</sup>. Toutefois, il est important de noter que les patients du groupe morphine ont eu besoin de deux fois plus de midazolam que ceux du groupe rémifentanil<sup>262</sup>. Par ailleurs, il est important de parler du fentanyl, un opioïde fréquemment administré en soins intensifs et possédant des propriétés équivalentes aux autres morphiniques déjà cités. Une étude révèle en effet que les résultats pour les patients ne sont pas différents pour le fentanyl en comparaison avec le rémifentanil ou la morphine<sup>263</sup>. De plus, la durée de ventilation mécanique, la durée du séjour et l'incidence d'effets indésirables graves ou du délire étaient comparables pour les trois composés testés<sup>263</sup>. Toutefois, une étude comparant l'efficacité du fentanyl et du rémifentanil a permis de mettre en évidence des effets favorables pour le rémifentanil. En effet, ce dernier a procuré une analgésie beaucoup plus puissante et rapide et un délai de sortie plus court que le fentanyl<sup>264</sup>. Néanmoins, cette étude révèle que le rémifentanil a provoqué une chute nettement plus importante de la fréquence cardiaque au cours des six premières heures de traitement<sup>264</sup>. Pour finir, l'alfentanil fait également partie des morphinomimétiques recommandés dans ce type d'indication. Il a été identifié comme un composé responsable d'une sédation-analgésie efficace et bien tolérée par les patients de réanimation<sup>265-267</sup>. Toutefois, il est important de préciser que les analgésiques précédemment cités peuvent également être utilisés en association afin de potentialiser leurs effets et de mettre en place une sédation-analgésie la plus efficace possible. En effet, bien que le profil hémodynamique et la satisfaction des patients soient similaires, Carrer et al. montre que la combinaison morphine et rémifentanil a fourni une meilleure analgésie et sédation que la morphine seule, avec une incidence plus faible d'effets secondaires<sup>268</sup>.

### 2.2.3 – L'approche multimodale

Les analgésiques opioïdes décrits précédemment constituent le pilier de la gestion de la douleur pour les patients de réanimation. Cependant, ces médicaments peuvent être à

l'origine d'effets indésirables (cf. paragraphe 3 page 32) parfois délétères pour les patients. Dans l'objectif de réduire et/ou de limiter l'apparition de ces effets secondaires, l'utilisation de nouvelles stratégies de prise en charge de la douleur a dû être envisagée. Parmi ces stratégies, on retrouve des protocoles associant différentes approches de lutte contre la douleur afin d'équilibrer l'efficacité et les effets indésirables respectifs de chacun des traitements : on parle d'analgésie multimodale. L'efficacité de cette méthode a été largement démontrée. En effet, une étude comparant les résultats cliniques et la consommation de sédatifs et d'analgésiques avant et après la mise en œuvre d'un protocole multimodal révèle des résultats bénéfiques pour les patients. Ici, après la mise en place de l'analgésie multimodale, on observe une réduction significative de la mortalité et de la morbidité avec notamment une diminution significative de la consommation moyenne de fentanyl (24%) et une réduction progressive des équivalents en milligrammes de morphine<sup>269</sup>. En pratique en réanimation, l'analgésie multimodale privilégie en première intention pour les douleurs légères à modérées, l'utilisation d'analgésiques non morphiniques. Par exemple, il a été démontré que le paracétamol seul était aussi sûr et efficace que le fentanyl chez les patients des unités de soins intensifs souffrant de douleurs légères à modérées<sup>270</sup>. D'autre part, dans cette indication, le néfopam s'est également avéré efficace seul ou en association avec le paracétamol<sup>271</sup>. Pour les douleurs d'intensité modérée à sévère et les douleurs intenses réfractaires, l'analgésie multimodale recommande l'association synergique d'analgésiques non morphiniques avec des morphiniques afin de diminuer la posologie de ces derniers et de réduire l'apparition de leurs effets indésirables. Par exemple, une étude a comparé l'utilisation du chlorhydrate de mépéridine seul (M), un antalgique opioïde de synthèse et morphinomimétique agoniste pur, à son utilisation combinée avec du paracétamol (MP). Ici, le groupe MP présente une diminution significative des scores de douleur, de la consommation de mépéridine, des temps d'extubation et des effets indésirables (nausées, vomissements, sédation) par rapport au groupe M<sup>272</sup>. D'autres associations analgésiques du même type ont également démontré leur efficacité. Par exemple, une revue de la littérature révèle que dans 8 études sur 10, les associations de néfopam avec des opioïdes ont entraîné une réduction de la consommation de morphine<sup>271</sup>. Par ailleurs, des associations d'hypnotiques et de morphiniques peuvent également être mises en place. Dans leur étude, Vitug et al. révèlent que l'association de kétamine et de fentanyl a permis une analgésie efficace ainsi qu'une réduction de la consommation globale

d'opioïdes<sup>273</sup>. Néanmoins, l'utilisation de la kétamine en tant qu'analgésique adjuvant reste controversé. En effet, une autre étude révèle que l'utilisation de la kétamine a permis de réduire l'incidence et la durée du délire mais pas la consommation d'opioïdes (ici, le rémifentanyl)<sup>274</sup>.

De plus, très efficaces et largement utilisés pour soulager la douleur inflammatoire, traumatologique ou postopératoire, les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) peuvent également être cités ici. En effet, il est clairement établi que, combinée à la morphine, l'utilisation d'AINS permet de réduire l'intensité de la douleur, la consommation de morphine, et l'incidence des effets indésirables<sup>275</sup>. Néanmoins, du fait de leurs effets secondaires redoutables pour cette population de patients (insuffisance rénale, ulcères gastroduodénaux, déséquilibre de l'hémostase et de l'immunité avec risque d'infection) leur utilisation en réanimation reste très limitée et doit être réalisée avec précaution.

Pour finir, l'anesthésie/analgésie locorégionale peut également être utilisée dans ce type d'indication. En effet, Capdevila et al. montrent que cette technique permet de limiter l'utilisation de fortes doses d'opioïdes et le risque de complications, de réduire la durée du séjour et de favoriser la réhabilitation précoce du patient<sup>276</sup>.

### 2.2.3 – Les curares

En réanimation, les curares peuvent être employés pour leur effet myorelaxant. Plus précisément, leur mécanisme d'action consiste à bloquer la transmission de l'influx nerveux entre les récepteurs musculaires : on parle aussi de bloc neuromusculaire. Ces composés vont notamment agir sur les muscles sous contrôle volontaire du système nerveux central : les muscles squelettiques. Ainsi, en pratique, la curarisation va permettre par exemple de détendre et relâcher les muscles de la mâchoire et donc de faciliter l'intubation, ou encore de détendre les muscles respiratoires afin de faciliter la ventilation mécanique. L'efficacité des curares pour la relaxation musculaire des patients de réanimation est très bien décrite dans la littérature<sup>277-279</sup>. De plus, l'efficacité de certains de ces composés a été comparée dans la littérature et leur confère de nombreuses caractéristiques communes. Par exemple, il a été prouvé que le cisatracurium, un

isomère de l'atracurium, fournissait un temps de récupération et une incidence de l'hypotension similaires à l'atracurium<sup>278,280</sup>. De façon semblable, aucune différence significative n'a été observée en termes d'efficacité ou de sécurité entre les patients ayant reçus du cisatracurium ou du vécuronium<sup>279</sup>. De plus, en comparant l'administration de pancuronium et de doxacurium pour faciliter la ventilation mécanique, il n'y a pas eu de différences en termes d'effets indésirables, ni en ce qui concerne le délai d'apparition du bloc, le nombre de doses ou la durée du blocage neuromusculaire<sup>281</sup>. Néanmoins, des différences peuvent être observées entre ces composés. Premièrement, une fois le bloc interrompu, certains composés permettent une récupération plus rapide de la fonction neuromusculaire. En effet, le délai de récupération est significativement plus rapide avec le cisatracurium comparativement au vécuronium<sup>282</sup> et avec le doxacurium comparativement au pancuronium<sup>281</sup>. Des différences ont également été observées en termes d'incidence d'effets indésirables. Par exemple, une étude révèle que, comparativement au doxacurium, le pancuronium était responsable d'une augmentation significative de la fréquence cardiaque après la dose initiale<sup>281</sup>. D'autre part, si l'on compare les besoins en doses au fil du temps, ces derniers augmentent significativement pour les perfusions de cisatracurium en comparaison avec les perfusions de pancuronium<sup>283</sup>.

Dans une démarche d'amélioration de la qualité des soins et de réhabilitation précoce des patients, la douleur, symptôme fréquemment rapporté par les patients, constitue un élément central de la prise en charge en réanimation. Cette dernière doit, au même titre que les paramètres physiologiques fondamentaux, être considérée, surveillée et soulagée de manière efficace. En réanimation, cette prise en charge résulte d'une implication pluridisciplinaire et doit être mise en place de façon systématique, permanente et durable. De plus, pour être pleinement efficace, cette prise en charge doit être personnalisée et adaptée aux besoins spécifiques de chaque patient et doit être réalisée conjointement à la prise en charge d'autres symptômes d'inconfort majeurs tels que l'agitation et le délire. Cette prise en charge globale est en effet associée à de meilleurs résultats notamment une meilleure analgésie, une diminution des doses d'opioïdes (malgré une sédation comparable), une réduction de la durée de ventilation mécanique et de la durée de séjour<sup>284,285</sup>.

Comme décrit précédemment, la réanimation est le lieu de multiples agressions sources d'inconfort majeur pour les patients. Insuffisamment contrôlé, cet inconfort peut être responsable de conséquences délétères pour les patients et notamment affecter significativement leur qualité de vie pendant et après leur séjour en réanimation. Malgré une concentration de la prise en charge autour de la réhabilitation de ces derniers, les méthodes traditionnelles actuelles ne permettent pas complètement de répondre à ce besoin d'atténuation. S'inscrivant dans une démarche d'amélioration de la qualité des soins et du bien-être des patients, la prise en charge efficace de l'inconfort dans ce type de service constitue désormais une préoccupation majeure pour les professionnels de santé. Dans cet optique, il apparaît comme impératif d'envisager d'intégrer de nouvelles options thérapeutiques aux protocoles de soins, afin d'améliorer la prise en charge de l'inconfort en réanimation. La seconde partie de ce manuscrit est donc dédiée à introduire une nouvelle approche prometteuse pour lutter contre l'inconfort en réanimation : la réalité virtuelle.

## PARTIE 2 : Place de la réalité virtuelle en tant qu'outil de distraction

# Chapitre 1 : Réalité virtuelle, l'essor d'une technologie prometteuse

## I – Présentation de la réalité virtuelle

La réalité virtuelle est une technologie informatique qui permet à un utilisateur de plonger dans un environnement simulé, artificiellement généré par des logiciels. Cette technologie offre une expérience immersive, interactive et sensorielle, en simulant la présence physique de l'utilisateur dans un monde virtuel entièrement autonome.

### 1) Genèse du concept et avènement au fil des ans

Historiquement, les premières références faites au concept de réalité virtuelle proviennent de la science-fiction. En 1933, dans sa nouvelle « The Man Who Awoke », l'écrivain Laurence Manning décrit un futur où les hommes se connectent à une machine qui leur permet de s'immerger dans un monde factice<sup>286</sup>. Deux ans plus tard, l'écrivain américain Stanley G. Weinbaum publie une nouvelle « Pygmalion's Spectacles », dans laquelle il présente un modèle fictif complet de réalité virtuelle<sup>287</sup>. Il décrit des lunettes permettant à celui qui les portent d'accéder à un univers virtuel dans lequel il peut interagir visuellement, entendre, toucher, goûter et sentir.

Les véritables prémices de la réalité virtuelle voient le jour quelques décennies plus tard. Dans les années 1950, le cinéaste américain Morton Heilig imagine une expérience de théâtre permettant d'englober les sens du spectateur à l'aide d'un dispositif de stimulation multisensorielle. Le but étant de permettre aux utilisateurs de vivre des expériences immersives engageant plusieurs sens : la vue, l'ouïe, l'odorat et le toucher. En 1962, il met au point un prototype de son dispositif : le « Sensorama » (Figure 2). Grâce à la projection de différents courts-métrages, l'utilisateur fait



Figure 2: **Sensorama**. D'après *Augmented Reality and its aspects: a case study for heating systems*. Viveiros et al.<sup>288</sup>

l'expérience du film (par exemple : une balade à moto dans Brooklyn) tout en pouvant ressentir des vibrations, sentir des odeurs en accord avec le décor (caoutchouc de pneu brûlé ou gaz d'échappement) ou même sentir sa joue touchée par une véritable brise. A ce jour, le Sensorama constitue l'un des premiers exemples connus de technologie immersive et multisensorielle et est considéré comme l'un des premiers systèmes de réalité virtuelle. Considéré comme l'inventeur de la réalité virtuelle, Morton Heilig, dépose de nombreux brevets notamment pour son dispositif Sensorama<sup>289</sup> et impacte significativement la recherche en matière de technologie de réalité virtuelle.

Les premiers pas vers la réalité virtuelle sont ensuite guidés par des chercheurs et universitaires américains. Dans son article « The Ultimate Display », publié en 1965, l'ingénieur et informaticien Ivan Edward Sutherland prédit la trajectoire de la technologie vers la réalité virtuelle, les écrans montés sur la tête, le suivi des yeux, l'haptique ou encore la reconnaissance vocale<sup>291</sup>. Selon lui, il ne faut pas considérer un écran d'ordinateur comme un moyen d'afficher des informations, mais plutôt comme une fenêtre sur un monde virtuel de merveilles mathématiques offrant apparences, sons, mouvements, interactions et sensations réelles. En 1968, il met

au point un prototype de casque virtuel « The Sword of Damocles » (Figure 3), qui permet aux utilisateurs de voir et d'interagir avec des objets virtuels en trois dimensions. Grâce à des capteurs de mouvements intégrés au casque pour mesurer la position de

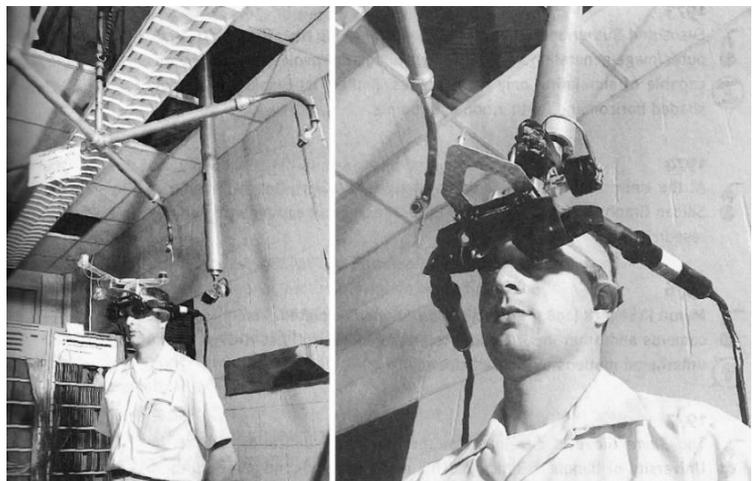


Figure 3: **The Sword of Damocles.** D'après *The Integration of Virtual Reality into the Design Process.* Sebastian Stadler.<sup>290</sup>

la tête, le dispositif modifie l'image en fonction du mouvement de la tête de l'utilisateur<sup>292</sup>. Au-delà des limites technologiques inhérentes à cette époque, le casque présente également des limites physiques : son poids est si élevé qu'il doit être suspendu au plafond par des câbles. En 1978, un groupe de chercheurs du Massachusetts Institute of Technology (MIT) mettent au point une expérience de navigation virtuelle utilisant un système informatique et des images panoramiques interactives : « Aspen Moviemap » (Figure 4).

L'idée derrière ce projet novateur était de permettre aux utilisateurs de se déplacer virtuellement à travers la ville d'Aspen dans le Colorado, de sélectionner des itinéraires et même d'entrer dans certains bâtiments. Afin d'accentuer l'expérience immersive, les images panoramiques sont accompagnées d'enregistrements sonores<sup>293</sup>. Bien que présentant certaines limitations (navigation lente, temps de chargement importants, expérience passive, interactions limitées avec l'environnement virtuel) l'Aspen Moviemap a été l'une des premières tentatives de créer un environnement virtuel immersif et interactif et est considéré aujourd'hui comme une étape importante dans l'histoire de la réalité virtuelle.



Figure 4: **Aspen Moviemap**. D'après *Augmented Reality and its aspects: a case study for heating systems*. Viveiros et al.<sup>288</sup>

Il faut attendre le début des années 1980 pour que le terme de réalité virtuelle se popularise et que cette technologie connaisse un véritable essor. En 1982, l'entreprise Atari, leader mondial du marché du jeu vidéo, fonde un laboratoire de recherche sur la réalité virtuelle qui sera fermé peu de temps après en raison de la crise du jeu vidéo de 1983. Certains des employés de ce laboratoire tels que Tom G. Zimmerman et Jaron Lanier, poursuivent néanmoins leurs recherches sur les technologies liées à la réalité virtuelle et fondent ainsi la start-up californienne VPL



Figure 5: **EyePhone and DataGlove**. D'après *Augmented Reality and its aspects: a case study for heating systems*. Viveiros et al.<sup>288</sup>

Research Inc. En 1986, l'entreprise présente son premier produit: le « DataGlove », un gant équipé d'une série de câbles à fibres optiques et de capteurs qui détectent les mouvements des doigts et transmettent l'information à un ordinateur. Ce qui nous intéresse ici, c'est la possibilité d'utiliser ce gant de haute

technologie avec une autre de leur création finalisée en 1989 : le casque « EyePhone ».

En transportant le système sensoriel des utilisateurs dans une réalité simulée, ces derniers peuvent naviguer dans un monde artificiel et grâce au gant, sentir, déplacer et expérimenter les objets de la réalité virtuelle comme s'ils étaient réels (Figure 5). Cependant, plusieurs contraintes, principalement liées aux limites technologiques de cette période, empêchent ce dispositif d'atteindre le grand public. Contrairement aux téléviseurs de l'époque qui génèrent trente images par seconde, le casque ne peut générer que cinq ou six images par seconde. Par ailleurs, en plus de leur esthétique peu flatteuse, les écouteurs sont jugés encombrants et inconfortables par les utilisateurs.

Pour finir, le prix fût également un frein majeur à la poursuite de ce projet. En raison de la complexité de la technologie et des ordinateurs nécessaires à son fonctionnement, l'ensemble du système affichait un prix de 250000 dollars. Bien que la commercialisation auprès du grand public reste limitée, la réalité virtuelle suscite un intérêt croissant dans de nombreux domaines. La National Aeronautics and Space Administration (NASA) utilise d'ailleurs l'EyePhone intégré au sein du système « *Virtual Interface Environment Workstation (VIEW)* » (Figure 6).



Figure 6: **The Virtual Interface Environment Workstation.**  
Partnership between NASA and VPL Research Inc.<sup>294</sup>

Ce système est utilisé à des fins de télé-robotique, de gestion de systèmes d'information intégrés à grande échelle et de recherche sur les facteurs humains. En plus du gant et du casque, le système VIEW comporte également le « *DataSuit* », un vêtement complet équipé de capteurs qui augmente considérablement la sphère de performance des simulations de réalité virtuelle en signalant à l'ordinateur les mouvements, les flexions, les gestes et l'orientation spatiale de la personne qui le porte<sup>294</sup>. En 1982, Thomas A. Furness introduit la réalité virtuelle au sein de l'armée de l'air et élabore le « *Visually Coupled Airborne Systems Simulator (VCASS)* », un dispositif utilisé pour les simulateurs de vol (Figure 7). Ce dispositif permet d'immerger le pilote dans un monde créé pour rationaliser les informations à lui présenter.



Figure 7: **Visually Coupled Airborne Systems Simulator.**  
D'après VCASS - An Approach to Visual Simulation.<sup>295</sup>

Dans les années 1990, la réalité virtuelle s'installe progressivement dans le secteur du jeu vidéo. La société Sega souhaite d'ailleurs populariser cette technologie et la faire adopter par tous les foyers en la rendant abordable pour un budget familial. Elle lance alors le « Sega-VR », un casque destiné à être utilisé avec sa console de salon « MegaDrive », à un prix de 200 dollars. Malgré une promotion marketing intensive, le Sega-VR étant source de problèmes techniques et de préoccupations liées à la santé (nausées, vomissements) ne sera finalement jamais commercialisé. Le champ étant libre, Nintendo lance en 1995 le « Virtual Boy » (Figure 8) une console de jeux vidéo avec un casque de réalité virtuelle. Malgré plusieurs baisses de prix, cette console est un véritable échec commercial et sera finalement abandonné en 1996. Le Virtual Boy est d'ailleurs, avec 80000 unités écoulées, la console la moins vendue de l'histoire des consoles Nintendo. Avec l'avènement des avancées technologiques des années 2000, la réalité virtuelle connaît des progrès significatifs et on assiste peu à peu à une démocratisation de cette technologie. Les graphismes sont plus réalistes et les casques sont plus abordables.

Dans les années 1990, la réalité virtuelle s'installe progressivement dans le secteur du jeu vidéo. La société Sega souhaite d'ailleurs populariser cette technologie et la faire adopter par tous les foyers en la rendant abordable pour un budget familial. Elle lance alors le « Sega-VR », un casque destiné à être utilisé avec sa console de salon « MegaDrive », à un prix de 200 dollars. Malgré une promotion marketing intensive, le Sega-VR étant source de problèmes techniques et de préoccupations liées à la santé (nausées, vomissements) ne sera finalement jamais commercialisé. Le champ étant libre, Nintendo lance en 1995 le « Virtual Boy » (Figure 8) une console de jeux vidéo avec un casque de réalité virtuelle. Malgré plusieurs baisses de prix, cette console est un véritable échec commercial et sera finalement abandonné en 1996. Le Virtual Boy est d'ailleurs, avec 80000 unités écoulées, la console la moins vendue de l'histoire des consoles Nintendo. Avec l'avènement des avancées technologiques des années 2000, la réalité virtuelle connaît des progrès significatifs et on assiste peu à peu à une démocratisation de cette technologie. Les graphismes sont plus réalistes et les casques sont plus abordables.



Figure 8: **Virtual Boy.** D'après A Virtual Failure: Evaluating the Success of Nintendo's Virtual Boy. Steven Boyer.<sup>296</sup>

Dopées par le progrès informatique les années 2010 connaissent ensuite une véritable explosion de l'intérêt pour cette technologie. L'engouement est tel que la plupart des géants du numérique se dotent de départements dédiés à la réalité virtuelle et que la technologie occupe une place considérable dans tous les événements consacrés au monde du numérique. Dès lors, plusieurs sociétés souhaitent tirer parti de la réalité virtuelle et commencent à développer des casques suscitant l'intérêt du grand public et offrant des expériences immersives de qualité.

Palmer Luckey, un étudiant américain, lance la société Oculus VR et crée en 2010 son premier prototype de casque nommé « Oculus Rift ».



Figure 9: **Oculus Rift**. D'après *A Review Paper on Oculus Rift-A Virtual Reality Headset*. Desai et al.<sup>297</sup>



Figure 10: **PlayStation VR**. D'après *Virtual and Augmented Realms: The Evolution of Video Games with VR and AR Technology*. Ishika Tiwari et al.<sup>298</sup>

Après une campagne de levée de fond à succès, Mark Zuckerberg (patron de Facebook) rachète l'entreprise pour la somme de 2 milliards de dollars. Rebaptisée Meta Quest, la société lance l'Oculus Rift sur le marché en 2016 (Figure 9). Au même moment, Sony Computer Entertainment commercialise le « PlayStation VR » (Figure 10) et devient rapidement leader du marché de la réalité virtuelle avec plus de 5 millions de casques écoulés en 2019.



Figure 11: **PlayStation VR2**. D'après *Virtual and Augmented Realms: The Evolution of Video Games with VR and AR Technology*. Ishika Tiwari et al.<sup>298</sup>

De nos jours, la réalité virtuelle continue d'évoluer rapidement avec des avancées technologiques constantes. Le casque sans fil et autonome « Meta Quest 2 », voit le jour en 2020, plus léger et plus puissant que son ancêtre l'Oculus Rift. En février 2023, Sony lance le « PlayStation VR2 » (Figure 11). Contrairement à son prédécesseur de première génération qui suivait les mouvements des joueurs

à l'aide d'une seule caméra, ce dernier utilise quatre caméras montées sur le casque afin d'en augmenter la précision. En juin 2023, Apple annonce la sortie prochaine du « Apple Vision Pro » (Figure 12), un ordinateur spatial révolutionnaire qui intègre de façon fluide les contenus numériques au monde réel, tout en permettant aux utilisateurs d'être présents et connectés aux personnes qui les entourent. Avec ces avancées technologiques, la réalité virtuelle connaît une adoption croissante dans divers domaines et une demande constamment grandissante des différents utilisateurs.



Figure 12: **Apple Vision Pro**. Apple.<sup>299</sup>

## 2) Principe de fonctionnement

Avec la réalité virtuelle, l'adage « Voir, c'est croire » prend tout son sens. En effet, la notion de réalité virtuelle est étroitement liée au fait de tromper les sens et de persuader l'esprit de l'utilisateur qu'il se trouve bel et bien dans la réalité. Afin de créer un environnement réaliste, la technologie de la réalité virtuelle repose sur trois composantes indissociables : l'interaction, l'immersion et le sentiment de présence.

- L'**interaction** représente l'influence réciproque entre l'utilisateur et l'environnement.
- L'**immersion** représente la capacité à se sentir enveloppé par l'environnement et à faire abstraction du monde réel. C'est un état psychologique où le sujet cesse de se rendre compte de son propre état physique, fréquemment accompagné d'une intense concentration, ainsi que d'une notion perturbée du temps et de la réalité.
- Le **sentiment de présence** est une expérience subjective au cours de laquelle un individu a l'impression d'être présent dans un environnement virtuel, alors qu'il se trouve physiquement dans un autre environnement.

### 2.1 – Généralités

Dans son « Traité de la réalité virtuelle », Philippe Fuchs stipule que : « La réalité virtuelle va lui permettre de s'extraire de la réalité physique pour changer virtuellement de temps, de lieu et (ou) de type d'interaction : interaction avec un environnement simulant la réalité ou interaction avec un monde imaginaire ou symbolique »<sup>300</sup>. Cette définition souligne que la réalité virtuelle offre des possibilités étendues au-delà des limites de la réalité physique. L'univers créé peut-être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel. Il peut s'agir d'un jeu vidéo, d'un film, d'une vidéo à 360 degrés ou de tout autre contenu virtuel en trois dimensions (3D) généré par ou à l'aide d'un ordinateur et pensé en fonction de la perspective de l'utilisateur. Essentiel pour créer l'illusion de la réalité et pour tromper les sens de l'utilisateur, l'affichage visuel est un des concepts clés de la réalité virtuelle. Cet affichage repose sur une interface visuelle, généralement un casque occultant, permettant d'isoler l'utilisateur du monde réel. Une fois équipé sur la tête de l'utilisateur, le contenu virtuel affiché remplace l'environnement visuel naturel de l'utilisateur.

On dénombre différents types de casques de réalité virtuelle :

- Les casques se connectant à un ordinateur ou à une console de jeu qui vont générer la puissance de calcul, les ressources graphiques et l'énergie nécessaire à leur fonctionnement.
- Les casques fonctionnant à l'aide d'un smartphone qui s'insère dans un emplacement prévu à cet effet et fournit l'écran, la puissance de calcul, l'énergie, et les différents capteurs.
- Les casques autonomes qui embarquent tous les composants nécessaires à leur fonctionnement (processeur, batterie, carte graphique, capteurs).

## 2.2 – Concepts clés

### 2.2.1 – La vision stéréoscopique

Pour simuler la profondeur, les casques de réalité virtuelle sont basés sur un principe physiologique : la vision stéréoscopique. Nos deux yeux (distants d'environ 6cm) captent et transmettent chacun une image vue sous un angle légèrement différent. Le cerveau fusionne ensuite ces deux images afin de créer une image unique tridimensionnelle,

permettant la vision en relief. Pour mimer ce principe et reproduire la vision stéréoscopique, les casques de réalité virtuelle affichent une scène légèrement différente pour chaque œil afin de simuler l'écart pupillaire et donner ainsi une impression de profondeur (Figure 13). La stéréoscopie permet donc à l'utilisateur de



Figure 13: **Vision stéréoscopique dans un casque de réalité virtuelle.** D'après *Learning Virtual Reality*. Tony Parisi.<sup>301</sup>

voir en trois dimensions (3D) et suscite chez lui l'illusion d'être plongé dans un univers tridimensionnel. Bien qu'une grande majorité des casques de réalité virtuelle utilisent la stéréoscopie, certains proposent un écran monoscopique pour les deux yeux. La technique de la parallaxe qui consiste à mettre en mouvement certains objets plus lentement pour accentuer la distance qui les sépare de l'utilisateur, contribue aussi à la profondeur.

## 2.2.2 – Le champ de vision

Pour accentuer le réalisme de l'environnement, la technologie utilisée dans les casques de réalité virtuelle prend également en compte le champ de vision de l'utilisateur, qui doit être comparable à celui de l'être humain. Pour rappel, le champ visuel correspond à la partie de l'espace qu'un œil peut percevoir autour d'un point fixe. Deux champs de vision fonctionnent conjointement pour former la vision humaine : le champ de vision monoculaire (champ de vision de l'un des yeux, environ 160-170°) et le champ de vision binoculaire (combinaison des deux champs monoculaires offrant une zone de visibilité entre 200° et 220°). Au niveau de la superposition des deux champs monoculaires, il existe un champ de vision stéréoscopique binoculaire (120°) permettant

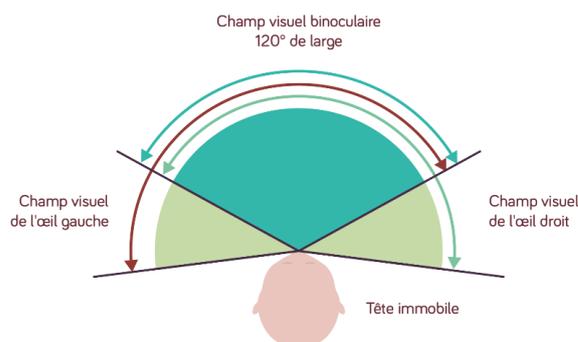


Figure 14: **Champ de vision humain.** Ergonomie visuelle.<sup>302</sup>

une réelle visualisation en trois dimensions (Figure 14). Ce champ de vision stéréoscopique joue un rôle primordial dans l'expérience immersive. Certains casques à disposition sur le marché s'approchent du champ de vision naturel complet (210°) mais les plus répandus offrent pour l'instant un champ visuel d'environ 110°.

## 2.2.3 – Le suivi des mouvements

Parmi les éléments fondamentaux qui définissent une expérience de réalité virtuelle, on retrouve la capacité à capter les mouvements et à récupérer la position de l'utilisateur (également appelée « tracking »). L'objectif est de s'assurer que l'environnement 3D s'adapte en temps réel à la perspective et aux mouvements pour donner une illusion d'immersion. Pour ce faire, les mouvements sont mesurés à l'aide de capteurs qui détectent les actions de l'utilisateur et envoient des informations sur son orientation dans l'espace afin que les images affichées et le décor soient ajustées en temps réel.

Différents types de systèmes de capture peuvent être utilisés :

- Le suivi de la position (« positional tracking ») qui consiste à détecter l'utilisateur dans l'espace afin de définir sa position dans l'environnement. Pour y parvenir plusieurs techniques peuvent être employées telles que la reconnaissance d'image, la télémétrie laser ou les caméras infrarouges.
- Le suivi des personnes (« human tracking ») qui consiste à détecter la posture de l'utilisateur afin de la reproduire virtuellement. Cette technique consiste à créer un squelette virtuel pour envoyer les différents points de flexions de l'utilisateur.
- Le suivi de l'ensemble du corps (« full body tracking ») qui est une combinaison des deux procédés (positional tracking et human tracking) utilisés de façon simultanée afin de reproduire la posture de l'utilisateur et sa position dans l'espace<sup>303</sup>.

#### 2.2.4 – La spatialisation audio

Dans l'optique de renforcer la crédibilité de l'environnement virtuel, les casques de réalité virtuelle permettent également de créer l'illusion de la localisation d'un son : on parle de spatialisation sonore. L'objectif est de permettre à l'utilisateur de percevoir le son sous différents angles en fonction de sa position par rapport à la source sonore. Les éléments les plus éloignés seront ainsi moins perceptibles que les éléments les plus proches de l'utilisateur et résonneront davantage dans l'oreille droite ou gauche en fonction de l'orientation de celui-ci. Pour ce faire, des écouteurs ou des haut-parleurs intégrés au casque fournissent un son spatialisé.

#### 2.2.5 – L'interaction avec l'environnement

Enfin, la notion d'interaction est essentielle dans une expérience de réalité virtuelle afin de fournir à l'utilisateur une sensation de contrôle sur l'environnement. L'objectif est de permettre une immersion interactive minimisant ainsi la passivité de l'utilisateur. En détectant les différents mouvements de l'utilisateur, des dispositifs de contrôle (manettes, contrôleurs de mouvement, gants de données) permettent d'interagir avec l'environnement virtuel. Plusieurs types d'interactions sont disponibles : se déplacer, saisir des objets, appuyer sur des boutons virtuels ou réaliser des gestes spécifiques pour

interagir avec l'environnement virtuel. La capacité à se déplacer (ou navigation) fait partie des interactions les plus couramment utilisées dans ces expériences immersives et est souvent l'intermédiaire pour effectuer d'autres actions. En effet, le fonctionnement de la navigation peut comprendre des dérivés comme le saut, la course ou encore l'escalade qui participent vivement à renforcer le degré d'immersion tout en offrant un panel de mouvements plus important

#### 2.2.6 – Le temps de réponse

En principe, une expérience de réalité virtuelle fait oublier à l'utilisateur qu'il se trouve dans un monde factice. Ainsi, la stabilité des concepts abordés précédemment (suivi des mouvements, interaction avec l'environnement) reposent sur la capacité du système à réagir en temps réel aux actions de l'utilisateur. Cet élément clé, appelé latence (ou temps de réponse) correspond au temps entre une action effectuée par l'utilisateur et sa prise en compte dans l'expérience virtuelle. Afin de garantir une expérience immersive, réactive et crédible, ce temps de réaction doit être le plus faible possible afin que tout changement soit retranscrit en temps réel. En pratique, cette latence se traduit par la fréquence d'images (ou « frame rate ») du système de réalité virtuelle. La fréquence d'images se définit comme le nombre d'images affichées par secondes ou « frames per second » (FPS). Une fréquence d'images élevée est donc primordiale pour offrir une expérience fluide et réaliste. Pour créer l'illusion nécessaire, les dispositifs de réalité virtuelle s'équipent généralement de systèmes d'affichage permettant une fréquence d'images d'au moins 120 FPS au total, soit 60 images par seconde pour chaque œil.

Lorsque tous ces éléments sont combinés, cette technologie permet aux utilisateurs de vivre des expériences sensorimotrices et cognitives réelles tout en étant immergé dans un environnement simulé purement virtuel. Les avancées technologiques continuent d'améliorer l'expérience de réalité virtuelle, rendant cette technologie de plus en plus accessible et immersive pour les utilisateurs. Maintenant que nous avons exploré le fonctionnement de la réalité virtuelle, passons à la découverte des multiples applications qui exploitent cette technologie immersive, ses atouts et limites, ainsi que les défis futurs que cette technologie devra relever.

## II – Applications (hors santé) et limites

### 1) Utilisation multisectorielle et avantages multiples

En 2020, le marché de la réalité virtuelle a généré un chiffre d'affaires estimé à 1,8 milliard de dollars. D'ici 2025, il augmentera de 30%, dépassant la barre des 6,5 milliards de dollars<sup>304</sup>. Cette croissance s'explique par l'utilisation multisectorielle de la réalité virtuelle. Offrant des possibilités immenses en termes d'immersion, d'expériences captivantes et d'exploration de mondes virtuels, cette technologie trouve en effet des applications dans divers domaines.

#### **1.1 – Divertissement**

##### 1.1.1 – Jeux vidéo

Offrant des expériences immersives et des interactions réalistes pour les joueurs, la réalité virtuelle s'est rapidement imposée dans le secteur du jeu vidéo. Avec l'avènement de cette technologie, l'industrie du jeu vidéo a connu un véritable rebond, justifié par les nombreux avantages que possèdent la réalité virtuelle. Premièrement, par les expériences immersives proposées, la réalité virtuelle permet aux joueurs de se sentir véritablement présents dans le monde virtuel. Cette immersion est notamment permise par l'ajout d'une dimension physique, l'utilisation des mouvements réels, pour interagir avec l'environnement. Par exemple, pour lancer une balle, au lieu d'appuyer sur un bouton, le joueur peut lancer la balle en bougeant réellement son bras. Cette technologie permet ainsi de repousser les limites actuelles des jeux vidéo puisqu'aucune autre technologie n'a permis d'atteindre ce niveau d'immersion et de réalisme. Ensuite, la jouabilité a également été grandement améliorée, permettant aux joueurs de vivre des expériences toujours plus ludiques, amusantes et riches en émotions. Par exemple, le joueur peut se retrouver à manier des armes, à conduire un véhicule ou à voyager dans le temps. Les jeux de réalité virtuelle exploitent notamment les capacités de suivi des mouvements pour créer des mécanismes de jeu uniques. Par exemple, dans un jeu de tir, le joueur peut utiliser des mouvements précis pour viser et tirer ou se déplacer pour éviter les tirs ennemis. Pour finir, l'avènement de la réalité virtuelle a également permis

de redynamiser l'esprit créatif des développeurs de jeux vidéo pour faire place à des contenus de meilleure qualité et des expériences plus immersives et engageantes. Tant au niveau de la narration qu'au niveau des possibilités mises à disposition des joueurs, des avancées significatives ont été observées (graphismes plus détaillés, environnements sonores réalistes et interaction plus approfondie avec l'environnement). En effet, en fonction du type de jeu vidéo, le joueur peut ressentir différentes sensations (chargement de fusil ou de vitesse, bruits de la circulation ou de moteurs, intempéries) et réaliser différentes actions (fouiller des meubles, résoudre des énigmes en manipulant des objets) offrant ainsi un degré de réalisme jamais atteint auparavant.

### 1.1.2 – Autres divertissements

Bien que majoritairement concentré sur la conception de jeux vidéo de réalité virtuelle, l'effort collectif se dirige progressivement vers le développement d'autres types de divertissement utilisant cette technologie. En effet, en permettant des expériences immersives, engageantes et enrichies, la réalité virtuelle offre de nombreuses possibilités dans le domaine de la culture et du divertissement. Par exemple, il est désormais possible d'assister à des retransmissions d'événements sportifs (matchs de basketball, football, tennis, golf, catch, concours hippiques)<sup>305</sup> ou d'événements populaires et culturels (concerts musicaux<sup>306</sup>, débats politiques<sup>307</sup>, pièces de théâtre ou opéras<sup>308</sup>). Si l'on prend l'exemple du visionnage d'un événement sportif, les utilisateurs peuvent profiter d'une vue du terrain à 360 degrés et d'une immersion sonore réaliste. Ensuite, la réalité virtuelle est également de plus en plus utilisée par l'industrie télévisuelle. Les producteurs et cinéastes utilisent des caméras 360 pour réaliser des émissions de télévision et des films en réalité virtuelle captivants. Dans ce cas précis, les téléspectateurs peuvent par exemple se retrouver au cœur de l'action et explorer des environnements virtuels pendant le visionnage. Par ailleurs, cette technologie est également utilisée par les journalistes pour réaliser des reportages et des documentaires immersifs et apporter une nouvelle dimension à la narration journalistique. Dans ce contexte, les spectateurs peuvent être placés au cœur d'un conflit<sup>309</sup>, d'une manifestation, d'une catastrophe naturelle<sup>310</sup> ou être les témoins du dérèglement climatique<sup>311</sup>. L'objectif de ces documentaires en réalité virtuelle est de sensibiliser le public et de faire vivre virtuellement des situations réelles afin de susciter l'empathie.

Prenons l'exemple d'une étude réalisée sur plus de 270 participants qui ont fait l'expérience d'un monde sous-marin immersif conçu pour montrer le processus et les effets de l'augmentation de l'acidité de l'eau de mer. Cette étude a mis en évidence les effets bénéfiques du visionnage d'un documentaire de sensibilisation en réalité virtuelle. En effet, après visionnage, les sujets ont démontré des gains de connaissances ou une curiosité à l'égard de la science du climat et, dans certains cas, des attitudes plus positives à l'égard de l'environnement<sup>312</sup>. Ensuite, l'immersion offerte par la réalité virtuelle entraîne l'apparition de nouveaux procédés artistiques qui engendrent une profonde métamorphose du monde de l'art. Premièrement, les casques de réalité virtuelle ont rendu le dessin immersif en 3D accessible au grand public<sup>313</sup>. De plus, certains musées proposent une dématérialisation de l'expérience de visite qui permet aux spectateurs d'expérimenter une nouvelle forme de contemplation de l'art et d'attirer un public plus jeune. Jung et al. montrent d'ailleurs que ces expériences ont une influence significative sur les intentions de visites<sup>314</sup>.

## **1.2 – Education et Formation**

Le philosophe Lao Tseu a dit : « Si tu me le dis, je vais écouter. Si tu me le montres, je vais le voir. Mais si tu me permets d'en faire l'expérience, je vais apprendre. ». Avec la réalité virtuelle, cette citation prend tout son sens. En effet, en proposant des expériences immersives et interactives, elle offre de nouvelles opportunités d'apprentissage et permet de montrer des aspects non visibles de la réalité et/ou de représenter de façon concrète des savoirs abstraits<sup>315</sup>.

### **1.2.1 – Education**

Les applications pédagogiques qui font usage de la réalité virtuelle sont de plus en plus présentes dans les établissements d'enseignements. Cette dernière offre des expériences immersives et interactives en complément des méthodes d'apprentissage traditionnelles, qui bénéficient aussi bien aux étudiants qu'à leurs enseignants. Ces expériences améliorent l'enseignement et l'apprentissage en immergeant les utilisateurs dans des environnements recréés, éloignés ou même hypothétiques, aussi petits qu'une molécule ou aussi grands qu'un univers, ce qui permet aux apprenants de faire

l'expérience de la réalité à partir de multiples perspectives<sup>316</sup>. En effet, une des premières applications possibles dans ce secteur est la découverte et l'exploration de différentes destinations (pays<sup>317,318</sup>, musées<sup>319,320</sup>, lieux et monuments historiques<sup>321-323</sup>, visite de l'espace<sup>324-326</sup> et des fonds marins<sup>327,328</sup>, etc...) afin de permettre aux élèves de mieux connaître le monde qui nous entoure et son histoire<sup>329</sup>. D'ailleurs, ces expériences immersives dans divers endroits du monde peuvent se faire à n'importe quelle époque (préhistoire<sup>321</sup>, antiquité<sup>321,330</sup>, moyen âge<sup>331</sup>, première<sup>332</sup> ou seconde guerre mondiale<sup>333</sup>, etc...). Afin de faciliter la compréhension de concepts abstraits, la réalité virtuelle peut également être utilisée pour la visualisation de modèles 3D complexes. Dans ce contexte, les élèves peuvent manipuler et explorer ces modèles (modèles moléculaires<sup>334,335</sup>, corps humain<sup>321,336,337</sup>, systèmes planétaires en astronomie<sup>338</sup>, etc...) de manière interactive. De façon plus générale, la réalité virtuelle intervient également en complément de certains enseignements et propose par exemple des expériences au service de l'apprentissage des mathématiques<sup>339</sup>, de la science<sup>340</sup>, des langues<sup>341</sup>, de la biologie humaine<sup>342</sup> et animale<sup>343-346</sup>, de la météorologie<sup>347</sup>, du génie aérospatial<sup>348</sup> ou encore de la sensibilisation au racisme<sup>349</sup>. Toutes ces solutions visent à mettre en place un apprentissage pratique et immersif qui stimule l'engagement et la rétention des connaissances. En outre, cette technologie peut être utilisée pour simuler des situations dangereuses et préparer les élèves à réagir de façon adéquate. Un projet a été mené afin de présenter un exercice incendie sous la forme d'une simulation-formation interactive pour les enfants à l'aide de la réalité virtuelle. Les résultats montrent que ce projet apporte un complément aux approches traditionnelles et permet de mieux apprendre en améliorant les connaissances en matière de sécurité incendie<sup>350</sup>. Par ailleurs, la réalité virtuelle peut permettre aux élèves d'orienter leurs choix d'avenir professionnel et de réaliser des mises en situation pratiques. Par exemple, la plateforme Métiers 360 permet aux élèves de découvrir un large panel de métiers à l'aide de techniques d'apprentissage immersives<sup>351</sup>. Pendant un cours de management stratégique, un professeur de l'Université de Notre Dame (Indiana, Etats-Unis) a quant à lui proposé une expérience particulière à ses élèves : jouer le rôle d'un chef d'entreprise. Equipés d'un casque de réalité virtuelle, les étudiants ont pu rencontrer un conseil d'administration, prendre des décisions stratégiques et expliquer leurs choix au conseil<sup>352</sup>.

Toutes ces applications pédagogiques de la réalité virtuelle présentent de nombreux avantages. Premièrement, plusieurs études montrent que, contrairement aux méthodes d'apprentissage classiques, la réalité virtuelle est très attractive pour les élèves et constitue une source de motivation et d'engagement supplémentaire. En 2019, Altinpulluk révèle que les principaux avantages de cette technologie portent sur l'amélioration des résultats et la motivation des élèves<sup>353</sup>. Selon Edwards et al., l'environnement immersif améliore la compréhension des concepts abstraits, favorise l'engagement, la motivation et l'intérêt des élèves<sup>354</sup>. Plus récemment, Chen et al. obtiennent des conclusions similaires et démontrent que les technologies immersives améliorent la persévérance des apprenants en augmentant leur motivation<sup>355</sup>. Or, la motivation améliore l'attention, fonction cognitive essentielle pour l'apprentissage. De plus, il a été démontré que la réalité virtuelle permet d'encourager la pensée créative et de stimuler l'imagination. Elle permet notamment d'apprendre par l'expérience et favorise la collaboration et l'interaction entre les différents utilisateurs. Demitriadou et al. révèlent notamment que cette technologie, plus interactive et intéressante que l'utilisation de techniques conventionnelles, permet d'approfondir les connaissances en tentant de résoudre et d'explorer un problème en équipe<sup>339</sup>. Elle permet également de mettre en place un apprentissage adaptatif. En effet, elle offre des enseignements personnalisés et adaptés aux besoins spécifiques, au niveau de compétence et au rythme d'apprentissage de chaque élève. La réalité virtuelle appliquée au secteur scolaire permet également de créer des environnements inclusifs. Par exemple, un élève en situation de limitation physique peut, grâce à cette technologie, explorer des environnements où réaliser des actions qui lui seraient impossibles et/ou inaccessibles en temps réel. En outre, cette technologie présente un avantage économique non négligeable. Par exemple, elle permet de réduire les coûts de certains domaines d'études qui requièrent des investissements importants (par exemple l'utilisation de laboratoires de chimie et de biologie)<sup>356</sup> ou de réduire les coûts comparativement à un voyage scolaire. En effet, comme discuté précédemment, la réalité virtuelle offre la possibilité de visiter des sites géographiques éloignés et de découvrir des univers qui ne sont pas facilement accessibles<sup>353</sup>. Dans son livre « Experience on demand », Jeremy Bailenson fait d'ailleurs valoir que cette technologie est particulièrement bien adaptée pour proposer des excursions sous forme d'expériences d'apprentissage qui permettent aux étudiants de visiter de nouveaux lieux<sup>357</sup>. Pour finir, la réalité virtuelle permet de

satisfaire à un besoin contemporain : l'enseignement à distance (plus que jamais d'actualité à la suite de la pandémie de COVID-19). Par la création d'environnements virtuels interactifs où les élèves et les enseignants peuvent interagir à distance, la réalité virtuelle offre des opportunités d'apprentissage engageantes et interactives utilisables en distanciel.

### 1.2.2 – Formation

Les finalités applicatives de la réalité virtuelle dans la formation ne cessent de se multiplier chaque jour et couvrent différents domaines tels que la formation, la qualification et la recherche d'emploi. Dans un contexte de formation professionnelle, la réalité virtuelle simule l'environnement de travail afin de permettre aux employés de se familiariser avec ce dernier. Elle permet de former les professionnels dans différents domaines par exemple l'armée<sup>358,359</sup>, les forces de l'ordre<sup>360</sup>, l'industrialisation<sup>361</sup>, la maintenance<sup>362</sup>, le contrôle qualité<sup>363</sup>, les services forestiers<sup>364</sup> et beaucoup d'autres. Convaincues de leur efficacité, plusieurs entreprises ont déjà eu recours à de telles solutions immersives. Par exemple, en 2015, l'entreprise Michelin a formé plusieurs employés (550 revendeurs et 700 commerciaux) à des supports commerciaux innovants avant de pouvoir proposer ces technologies aux clients. Cette formation, nommée Michelin Oculus Experience, permettait au commercial de se retrouver dans une reproduction virtuelle d'un magasin afin d'interagir et de se familiariser avec le nouveau matériel promotionnel<sup>365</sup>. On peut également citer l'entreprise Thales, qui s'est équipée d'un tutoriel interactif et immersif permettant la maintenance des armoires électriques installées sur les frégates<sup>366</sup>. En simulant l'environnement de travail, la réalité virtuelle permet également aux employés de s'exercer aux situations dangereuses ou stressantes et complexes à reproduire dans la réalité (simulation d'incendie<sup>367</sup>, danger en laboratoire<sup>368</sup>, premier secours et sécurité incendie en entreprise<sup>369</sup>, prise de parole en public<sup>370</sup>, sécurité à l'aéroport<sup>371</sup> et vérifications d'avant vol<sup>372</sup>). Dans un contexte de prévention, certaines multinationales ont adopté ces solutions afin de former leurs salariés. Par exemple, en 2017, la société de livraison UPS a initié des formations afin de familiariser ses futurs livreurs aux dangers de la route afin de les rendre plus sûrs et alertes<sup>373</sup>. En 2018, c'est le géant américain de la distribution Walmart qui forme 1 million d'employés par le biais d'un apprentissage immersif axé notamment sur la réaction en

période de stress que représente le Black Friday<sup>374</sup>. Ensuite, c'est le groupe Manpower qui utilise un outil immersif afin d'insérer des salariés sur les chantiers en toute sécurité. Ici, l'opérateur est confronté à des incidents scénarisés et doit apprendre à adopter les gestes adéquats en cas de problème grave<sup>375</sup>. En misant sur la scénarisation et l'immersion en conditions réelles, la réalité virtuelle peut être utilisée dans un contexte de recherche d'emploi et de recrutement. Prenons l'exemple de la plateforme Pôle emploi qui a récemment déployé des dispositifs permettant aux candidats de découvrir un métier et de s'immerger dans l'environnement de travail afin d'orienter leur choix professionnel<sup>376</sup>. La société propose également des sessions d'entraînement aux entretiens d'embauche à l'aide de la réalité virtuelle<sup>377</sup>. Pour les ressources humaines, la réalité virtuelle représente un outil complet utilisé pour faciliter le recrutement, communiquer sur l'image ou les valeurs de l'entreprise et faciliter l'intégration en plongeant le salarié dans l'environnement et le cadre de travail<sup>378</sup>. Pour finir, la réalité virtuelle s'avère également très efficace dans un contexte d'entraînement sportif. En effet, une étude réalisée pour quantifier l'efficacité d'un entraînement au football américain en réalité virtuelle révèle une amélioration globale de 30% des scores d'évaluation<sup>379</sup>.

En tant qu'outil immersif dédié à la formation professionnelle, la réalité virtuelle offre des avantages significatifs. Premièrement, cette technologie améliore l'efficacité de l'apprentissage de plusieurs façons. D'une part, en simulant le lieu de travail avec réalisme, elle contribue à l'efficacité de l'apprentissage immersif. Cette immersion a un impact positif sur la motivation, l'engagement et donc l'attention des utilisateurs. Et, on le rappelle, en améliorant l'attention, l'apprentissage est d'autant plus efficace. De plus, étant donné qu'il s'agit d'une simulation, cette technologie permet une répétition infinie des différents modules de formation permettant aux utilisateurs d'acquérir de l'expérience et de la maîtrise. En effet, une étude menée pour évaluer l'impact de la réalité virtuelle utilisée afin de former des futurs pilotes de bateaux révèle que cette solution accroît l'efficacité de l'enseignement, favorise le développement de la pensée professionnelle et améliore la qualité du développement des compétences professionnelles<sup>380</sup>. Ensuite, l'utilisation de la réalité virtuelle dans un contexte de formation professionnelle permet un gain de temps non négligeable. Par exemple, la présentation innovante de l'activité professionnelle mise en place par Pôle emploi

permet à l'utilisateur de savoir rapidement si le type de poste lui convient. De façon similaire, une étude visant à déterminer l'impact d'un système simulant des tâches manuelles pour la fabrication automobile révèle que les utilisateurs qui n'ont pas bénéficié du système de simulation ont mis beaucoup plus de temps à terminer les séquences d'assemblage<sup>381</sup>. Une autre étude cherchant à évaluer l'impact d'une formation à l'assemblage industriel par réalité virtuelle montre que cette formation améliore le temps d'assemblage et réduit le taux d'erreur<sup>382</sup>. En outre, cette technologie offre un avantage économique important. En effet, une fois le module de formation créé, celui-ci peut être réutilisé indéfiniment. Pour finir, comme mentionné précédemment, cette technologie permet de recréer des conditions exceptionnelles afin de former les équipes aux procédures d'urgence. Dans ce contexte, il est possible de mettre en place des formations visant à simuler des situations dangereuses pour minimiser les risques d'accidents sans mettre l'utilisateur lui-même en danger. Par exemple, la société Immersive Factory propose des formations en réalité virtuelle pour former les collaborateurs dans le cadre des Journées Sécurité en entreprise<sup>383</sup>. L'objectif est de vivre l'accident dans le virtuel pour l'éviter dans le réel.

### **1.3 – Marketing et Communication**

La réalité virtuelle tend également à révolutionner les domaines du marketing et de la communication. Premièrement, lors de la conception de produits, elle permet un processus de prototypage plus précis et ajusté ce qui offre l'avantage d'en minimiser les coûts. En outre, avec le déploiement de boutiques virtuelles explorables, elle est utilisée pour atteindre les consommateurs de manière novatrice. Le consommateur peut se projeter en visualisant le produit et s'immerger dans l'univers de la marque. En 2016, l'entreprise d'ameublement Ikea lance l'application « Ikea VR Experience » qui offre la possibilité aux utilisateurs de créer leur cuisine idéale et de s'y déplacer<sup>384</sup>. L'objectif est de faire de la vente en ligne une véritable expérience émotionnelle pour fidéliser les clients. Dans ce contexte, la réalité virtuelle permet de lutter contre les freins de la vente en ligne. Si l'on se concentre sur l'industrie de la mode, le consommateur va pouvoir essayer le vêtement avant de l'acheter, notamment à l'aide d'un avatar imaginé à partir de sa morphologie réelle. Une étude présente un système d'essayage virtuel de vêtements et révèle que 50% des sujets déclarent que leur expérience a été suffisante

pour prendre la décision d'acheter les tenues virtuellement essayées<sup>385</sup>. De plus, grâce au développement de systèmes haptiques, il est désormais possible de ressentir la texture, le tombé, l'épaisseur ou la fluidité d'une matière. D'ailleurs, la réalité virtuelle a eu un impact significatif sur l'industrie de la mode. En effet, certaines marques capitalisent sur cette technologie pour montrer leurs nouvelles collections à l'aide de défilés de mode en direct. Par exemple, Balenciaga développe « Afterworld » qui permet aux spectateurs de découvrir la collection 2021 en réalité virtuelle et de sélectionner un avatar pour explorer un showroom virtuel<sup>386</sup>. Ensuite, en permettant aux clients d'essayer virtuellement des produits, les commerçants peuvent limiter les coûts et l'impact écologique liés aux retours des produits. De plus, ces boutiques virtuelles fournissent une source d'informations cruciale sur les clients et leurs habitudes de consommation. Pour finir, la réalité virtuelle peut être utilisée afin de captiver l'audience à l'aide de publicités immersives et interactives qui permettent d'augmenter l'engagement et la rétention d'information. Par exemple, Boursin a créé une expérience en réalité virtuelle proposant à l'utilisateur d'embarquer dans une montagne russe au sein d'un frigo<sup>387</sup>. De son côté, Pepsi lance une expérience permettant de revivre des publicités de manière immersive<sup>388</sup>. Plusieurs études ont été menées afin de comparer l'impact de publicités (réalité virtuelle et traditionnelles) diffusées dans les hôtels. La première révèle que les publicités de réalité virtuelle produisent de meilleurs effets immédiats que les publicités traditionnelles. Néanmoins, les résultats montrent également une baisse significative de l'intention d'achat chez les participants qui regardent les publicités de réalité virtuelle et une amélioration significative des attitudes chez les participants qui regardent les publicités traditionnelles<sup>389</sup>. Plus récemment, Lyu et al. montrent que les spots publicitaires en réalité virtuelle génèrent un niveau plus élevé de vivacité et d'interactivité, ce qui influence positivement les attitudes à l'égard de la publicité, de la marque et l'intention de réserver<sup>390</sup>.

#### **1.4 – Tourisme**

Dans le secteur du tourisme, les applications de la réalité virtuelle sont devenues particulièrement prometteuses. En effet, afin de renouveler leur image, de favoriser l'accès au patrimoine et d'attirer de nouveaux publics, les organisations touristiques se tournent de plus en plus vers cette technologie. À la suite de la pandémie de COVID-19,

ces applications se sont encore plus largement répandues et tendent à révolutionner le tourisme mondial. Des campagnes promotionnelles en réalité virtuelle peuvent être utilisées pour susciter l'intérêt et l'engagement des voyageurs. L'objectif de ces expériences immersives est de fournir une représentation réaliste des destinations et de permettre aux utilisateurs de visualiser et de se connecter émotionnellement avec les lieux. En effet, il est désormais possible de réaliser des simulations de voyage pour avoir un aperçu des destinations proposées (aussi bien les hôtels<sup>391</sup> que les lieux touristiques<sup>392</sup> ou les sites culturels et naturels de la destination<sup>393-397</sup>). Une étude quantitative impliquant 129 participants dans une expérimentation fournit d'ailleurs des preuves de l'efficacité promotionnelle et expérientielle de la réalité virtuelle sur la fréquentation d'une destination touristique. En effet, cette étude révèle un impact positif de la réalité virtuelle sur les intentions de visite<sup>398</sup>. Afin de prendre des décisions éclairées, il est également possible d'effectuer des réservations à l'aide d'interfaces visuelles<sup>399</sup>. Par ailleurs, la réalité virtuelle permet d'enrichir l'expérience touristique en offrant la possibilité de découvrir la culture locale de manière interactive. Par exemple, il devient possible de visiter virtuellement des sites historiques<sup>400,401</sup>, d'assister à des festivals traditionnels, de participer à des démonstrations culturelles ou encore de se familiariser avec la faune locale<sup>402</sup>. En outre, la réalité virtuelle permet de valoriser l'expérience touristique en voyageant virtuellement vers des destinations éloignées ou inaccessibles. Par exemple, les utilisateurs peuvent faire une plongée virtuelle dans les fonds marins<sup>403-405</sup>, escalader des montagnes célèbres<sup>406</sup> ou explorer des sites naturels uniques difficiles d'accès<sup>407-409</sup>.

## **1.5 – Immobilier et Architecture**

### 1.5.1 – Immobilier

L'utilisation de la réalité virtuelle atteint de plus en plus de secteurs et celui de l'immobilier n'échappe pas à cette tendance. Afin de permettre aux potentiels futurs acquéreurs de découvrir des propriétés, certaines agences et promoteurs proposent désormais des visites virtuelles (guidées en 3D ou interactives). Lors de ces visites, il est possible de se promener dans la maison, de faire une pause dans n'importe quelle pièce, de regarder par les fenêtres et même de se promener dans le jardin<sup>410</sup>. Par ailleurs, cette technologie peut également être utilisée dans un cadre de mise en scène virtuelle. Ici, l'objectif est de meubler virtuellement un bien immobilier afin de le rendre plus attrayant.

Pour finir, cette technologie offre également la possibilité de visualiser des projets immobiliers avant leur construction, souvent complexe au travers d'un plan en deux dimensions. Cette visualisation architecturale va permettre aux éventuels acheteurs de se promener virtuellement, de se projeter dans le futur espace et de mieux comprendre les plans, les options d'aménagement et l'architecture extérieure et intérieure<sup>411</sup>.

Cette démocratisation de la réalité virtuelle dans l'industrie immobilière s'explique en partie par les nombreux avantages apportés par ces solutions. Premièrement, en offrant la possibilité de visiter virtuellement des propriétés sans avoir à se déplacer physiquement, cette option engendre un gain de temps et de confort considérable aussi bien pour les clients que pour les professionnels. Ensuite, bien que la création de ces environnements virtuels soit une technologie onéreuse qui nécessite des compétences spécifiques au domaine<sup>412</sup>, elle demeure plus accessible que le marketing immobilier classique. D'ailleurs, pour limiter les coûts, la création de ces environnements peut se faire sur la base de lieux existants<sup>411</sup>. De plus, il est important de noter qu'une fois créé, l'environnement peut être visionné autant de fois que souhaité et ce, 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7 et surtout, par n'importe quel client. Par ailleurs, les visites virtuelles jouent un rôle informatif clé dans le processus de décision des potentiels acheteurs. L'objectif est de retranscrire les dimensions du bien avec une grande précision, sans angle trompeur, afin de fournir un modèle réaliste permettant de juger de la disposition de l'espace et de la taille des pièces<sup>410</sup>. En effet, la possibilité de voir un bien immobilier sans avoir à le visiter physiquement est susceptible de fournir des informations précieuses aux acheteurs potentiels<sup>413</sup>. En outre, cette technologie joue un rôle crucial dans la relation client-agent immobilier et participe fortement à l'amélioration de la satisfaction du client. En effet, l'intégration massive de ces technologies immersives et innovantes par les agents immobiliers résultent d'un objectif primordial : améliorer l'expérience et satisfaire les attentes des clients. Par exemple, il a été établi que la conception du logiciel Immo3D avait pour finalité de répondre aux attentes et aux spécificités des clients<sup>414</sup>. Dans cet optique, certaines applications proposent également des modules complémentaires interactifs dans les visites virtuelles (calcul d'hypothèque, description du quartier, renseignements sur les biens similaires) afin de délivrer le maximum d'information aux visiteurs.

## 1.5.2 – Architecture

De nos jours, la réalité virtuelle transforme également le secteur de l'architecture. Utile à la fois dans les processus de conception de bâtiment et de présentation de projets, elle permet aux architectes et aux clients de visualiser des modèles architecturaux en trois dimensions de manière immersive<sup>336</sup>. Comme décrit dans la partie précédente, cette visualisation architecturale va permettre d'explorer virtuellement les espaces et d'avoir une compréhension plus claire de l'environnement. Dans le cas de Schneider et al., les étudiants se sont intéressés aux versions numériques et physiques des mêmes installations par le biais de visites virtuelles et réelles au cours d'un semestre. Bien que les étudiants aient critiqué le manque relatif de détails atmosphériques des substituts numériques, ils ont également indiqué que l'expérience du modèle 3D en taille réelle a permis d'évaluer la conception<sup>415</sup>. En simulant différents paramètres, elle offre également la possibilité de prendre des décisions en amont de la construction. Par exemple, il est possible de moduler l'éclairage naturel aux différentes heures de la journée et d'admirer les effets des différents matériaux de construction sur l'apparence du bâtiment en fonction de cet éclairage, mais aussi de visualiser l'agencement des pièces, le mobilier, les finitions et les couleurs. En outre, cette technologie permet d'évaluer l'accessibilité des bâtiments (personnes à mobilité réduite, issues de secours) afin d'en orienter la construction. Appliquée à l'architecture, la réalité virtuelle présente de nombreux points forts. Au-delà de minimiser les coûts, cette technologie permet également de se démarquer de la concurrence dans ce secteur particulièrement compétitif. En effet, la réalité virtuelle offre des possibilités de rendu visuel largement supérieures aux modélisations sur ordinateur, permettant ainsi aux professionnels de sécuriser leur activité en créant des présentations percutantes pour les clients. D'ailleurs, cette amélioration du rendu visuel permet aux clients de se faire une idée plus claire du projet et d'approuver la conception proposée, évitant ainsi les multiples modifications. Toutefois, si des modifications sont souhaitées par les clients, cette technologie facilite la collaboration entre les membres de l'équipe de conception et permet de partager des idées, de faire des annotations et d'effectuer des modifications directement dans l'espace virtuel en temps réel.

En somme, la réalité virtuelle possède des applications dans de nombreux domaines et permet aux utilisateurs de plonger dans des environnements virtuels immersifs afin de vivre des expériences uniques. Cette technologie prometteuse offre des possibilités infinies mais nécessite également une compréhension approfondie de ses limitations.

## 2) Obstacles à surmonter et impacts à surveiller

Malgré le large éventail de possibilités offert par cette technologie, il est important de reconnaître ses limitations et de les aborder de manière proactive.

### **2.1 – Accessibilité limitée**

La réalité virtuelle est une technologie avec une accessibilité limitée conditionnée d'une part par son impact économique conséquent. L'un des principaux défis de ce type de technologie d'apprentissage est le coût élevé de la conception et de la construction des environnements virtuels. En effet, le développement de ces environnements immersifs peut s'avérer complexe et dispendieux<sup>416</sup>. Toutefois, comme le souligne l'auteur Jeremy Bailenson, une fois créés, ces environnements virtuels peuvent être reproduits et partagés à l'infini<sup>357</sup>. De plus, les avancées technologiques offrent désormais la possibilité de concevoir des environnements virtuels plus abordables<sup>417,418</sup>. Le coût des équipements représente une limitation supplémentaire. En effet, en plus du prix d'achat souvent élevé des casques de réalité virtuelle, d'autres équipements sont requis pour maintenir les performances nécessaires à une expérience virtuelle stable et confortable. Ces derniers nécessitent une connexion à des ordinateurs dédiés très puissants, eux-mêmes équipés de cartes graphiques spécifiques très coûteuses<sup>416</sup>. Or, ces coûts associés aux équipements et à la technologie ont un impact significatif sur les coûts liés à l'utilisation de la réalité virtuelle. En effet, des investissements financiers importants sont nécessaires pour l'implantation de la technologie et la formation du personnel. Bien que les équipements de réalité virtuelle soient étudiés dans les départements d'informatique depuis des décennies, une étude révèle par exemple que les coûts en limitent l'utilisation aux grands laboratoires de recherche<sup>419</sup>. Toutefois, avec la démocratisation de la réalité virtuelle et les avancées technologiques, cette technologie devient de plus en plus abordable et connaît une adoption dans différents domaines<sup>416</sup>.

D'autre part, l'accessibilité de la réalité virtuelle est conditionnée par la faisabilité de son implémentation. En raison d'un manque d'information, la mise en place de cette technologie constitue un obstacle supplémentaire à son adoption généralisée. Dans une étude visant à évaluer la perception de la réalité virtuelle par des professeurs d'université, le coût financier et la mise en œuvre de la technologie font partie des principales préoccupations exprimées par les enseignants<sup>356</sup>. Une enquête menée par l'entreprise GfK auprès de 1008 enseignants américains révèle notamment que 37% de ceux qui seraient prêts à utiliser cette technologie ne savent pas comment aborder sa mise en place<sup>420</sup>. En outre, la mise en place de la réalité virtuelle représente un frein en raison du manque d'acceptabilité sociale des technologies immersives. Par exemple, Cook et al. montrent que les professeurs d'université qui souhaitent intégrer ces technologies sont confrontés à un manque de conseils en matière d'installation et de maintenance, des coûts élevés et surtout, des refus de l'administration<sup>416</sup>. Bien que le potentiel d'immersion et d'engagement soient clairement établis, cette technologie offre d'autres avantages souvent méconnus de ses potentiels utilisateurs. Cooper et al. montrent notamment que les professeurs sont moins conscients du potentiel d'encouragement et de promotion de l'apprentissage collaboratif de la réalité virtuelle<sup>356</sup>.

## **2.2 – Technologie et ergonomie perfectibles**

Du point de vue technologique, certains dispositifs de réalité virtuelle présentent des limitations notamment en termes de qualité graphique, de latence des mouvements et de possibilités d'interactions. De plus, des progrès supplémentaires sont nécessaires pour rendre la transition entre les applications plus fluide et améliorer l'immersion et l'intégration des environnements virtuels. L'objectif est d'améliorer l'expérience immersive et la satisfaction des utilisateurs. Toutefois, il a été prouvé que la sensibilité aux effets secondaires pouvait être influencée par les caractéristiques de l'écran, de l'environnement virtuel et des tâches réalisées<sup>421</sup>. Ainsi, par les améliorations technologiques, il est également possible d'agir sur les potentiels effets indésirables liés à l'utilisation de la réalité virtuelle. Dans ce contexte, et afin de participer à l'amélioration continue de la technologie, il est primordial que les développeurs instaurent une collaboration approfondie avec les utilisateurs. D'autre part, l'ergonomie de ces dispositifs présente son lot de complexités. Premièrement, des efforts sont nécessaires

pour concevoir des interfaces et des dispositifs plus implicites pour l'utilisateur. Cook et al. révèlent par exemple que la maîtrise des interfaces s'est avérée complexe pour plusieurs participants<sup>416</sup>. Ensuite, il apparaît nécessaire de réussir à créer des dispositifs qui nécessitent moins d'apprentissage. En effet, l'intégration de la technologie a été jugé trop longue par de nombreux utilisateurs<sup>422</sup>. Cette complexité d'utilisation représente un frein majeur à l'adoption généralisée de la réalité virtuelle. Toutefois, il a été démontré que l'utilisation de cette technologie avait un impact positif sur la confiance des utilisateurs. Par exemple, une étude a invité des professeurs à critiquer, créer et évaluer l'utilisation d'applications de réalité virtuelle pendant leurs enseignements. Ici, les participants se sentaient nettement plus prêts à enseigner à l'aide de la réalité virtuelle après l'intervention<sup>340</sup>. En surmontant ces défis, la réalité virtuelle peut continuer à évoluer et à transformer de manière positive notre interaction avec le monde numérique et réel.

### **2.3 – Santé impactée**

L'utilisation prolongée de la réalité virtuelle peut entraîner des conséquences sur la santé physique des utilisateurs. Parmi les plus rapportés, on retrouve des effets secondaires s'apparentant aux sensations rencontrées en cas de mal des transports, plus communément appelés « cybermalaises ». Le cybermalaise se produit pendant ou suite à une expérience d'immersion virtuelle et est un phénomène très répandu auprès des utilisateurs de réalité virtuelle<sup>423</sup>. Dans une étude réalisée sur 146 participants, 61% ont signalé des symptômes de malaise<sup>424</sup>. Une étude plus récente obtient des résultats plus alarmants, étant donné que sur 80 participants, tous ont ressenti un cybermalaise important après 30 minutes de réalité virtuelle<sup>425</sup>. D'un point de vue clinique, le cybermalaise est responsable d'une multitude de symptômes plus ou moins désagréables. Regan et al. recensent divers symptômes tels que des vertiges, des maux d'estomac, des maux de tête, de la fatigue oculaire, des étourdissements et des nausées sévères<sup>424</sup>. Kennedy et al. divisent ces effets secondaires en trois classes de symptômes : les problèmes oculaires (fatigue des yeux, vision embrouillée, sécheresse oculaire, douleurs, irritations, maux de tête), la désorientation (vertige, déséquilibre) et les nausées (vomissements, étourdissements)<sup>426</sup>. Ces symptômes associés au cybermalaise trouvent leur origine dans différents aspects de la réalité virtuelle. Les problèmes oculaires eux,

sont causés par le port du casque qui requiert une concentration visuelle prolongée et provoque une exposition répétée à des écrans. La désorientation et les nausées sont quant à elles associées au conflit sensoriel provoqué par cette technologie immersive. En effet, un temps de traitement trop élevé entre le mouvement de l'utilisateur et la réaction de l'ordinateur entraîne une discordance entre les mouvements perçus visuellement dans le monde virtuel et les mouvements réels du corps. Une étude a d'ailleurs permis de mettre en évidence un impact significatif des conflits sensoriels sur le degré de malaises des utilisateurs<sup>427</sup>. D'autres symptômes ont également été rapportés pendant ou suite à une immersion virtuelle. On retrouve par exemple un inconfort général, des difficultés à faire le focus, une augmentation de la salivation et de la transpiration, une impression de lourdeur dans la tête, une sensation de conscience de l'estomac et des éructations<sup>428</sup>. Afin de limiter ces effets secondaires, il est nécessaire de tenir compte des recommandations établies par les fabricants et les professionnels de santé (pauses régulières, durée d'utilisation limitée, compatibilité matérielle et paramétrages adéquats). Toutefois, il est important de noter que l'apparition de ces symptômes est conditionnée par le type d'utilisateur. En effet, la sensibilité aux effets secondaires peut être influencée par l'âge, l'origine ethnique, l'expérience, le sexe et la condition physique<sup>421</sup>. Ainsi, dans une étude réalisée sur 122 patients atteints de psychose, des effets secondaires moins fréquents dans la population générale (difficultés de concentration parce que l'on pense à ce qui pourrait se passer dans la pièce, maux de têtes durables, sentiment de panique causé par le casque) ont été observés<sup>429</sup>. Pour finir, l'utilisation de la réalité virtuelle peut également avoir un impact sur la sécurité et la posture des utilisateurs. En effet, lorsque les utilisateurs sont immergés dans un environnement virtuel, le degré de conscience de leur environnement physique réel diminue. Dans ce contexte, on observe une augmentation du risque de chutes, de collisions ou d'autres accidents. Un utilisateur est d'ailleurs malheureusement décédé dans ces conditions. L'homme a trébuché contre une table en verre alors qu'il se déplaçait dans son appartement avec un casque de réalité virtuelle<sup>430</sup>. Pour lutter contre ce risque, il est nécessaire de s'assurer de disposer d'un espace vaste et dégagé avant de s'immerger dans l'environnement virtuel. La plupart des casques proposent d'ailleurs une délimitation de l'espace lors de la configuration. De plus, des positions prolongées ou des mouvements répétitifs dans le monde virtuel peuvent provoquer des problèmes

posturaux et musculosquelettiques. Par exemple, il a été établi que le fait de jouer à un jeu de réalité virtuelle en immersion totale avait un effet négatif sur l'équilibre statique<sup>431</sup>. Au-delà de son impact potentiel sur la santé physique, la réalité virtuelle peut également entraîner des répercussions sur la santé mentale des utilisateurs. Comme pour les autres technologies virtuelles (smartphones, jeux vidéo, réseaux sociaux), un phénomène d'addiction à la réalité virtuelle a fait son apparition de façon conjointe à sa popularisation. Par exemple, une enquête en ligne menée auprès d'utilisateurs fréquents de réalité virtuelle (n=754) révèle une utilisation compulsive pour entre 2% et 20% d'entre eux<sup>432</sup>. Néanmoins, cette enquête précise que le potentiel addictif des applications de réalité virtuelle n'est pas supérieur à celui des autres activités basées sur des médias traditionnels<sup>432</sup>. Cette dépendance à l'environnement virtuel est par exemple retrouvée avec les jeux vidéo en réalité virtuelle<sup>433</sup>. D'autres applications telles que les expériences de tourisme en réalité virtuelle font état de comportements addictifs par leurs utilisateurs. Dans une étude qualitative, Merckx et al. montrent que de nombreux utilisateurs ont exprimé leur réticence à quitter la simulation touristique<sup>434</sup>. Or, cette addiction peut être responsable de comportements à risque. Par exemple, Merckx et al. montrent que certains utilisateurs étaient prêts à vendre leurs biens pour financer leur propre installation de réalité virtuelle<sup>434</sup>. Dans ce contexte, les utilisateurs font face à une dépendance à l'expérience virtuelle au détriment des autres interactions (activités sociales, travail, relations familiales). En effet, on observe une déconnexion de l'environnement réel, un retrait et un isolement social résultants en une diminution des interactions sociales dans le monde réel. D'ailleurs, ce sentiment d'isolement se fait également ressentir dans l'environnement virtuel lui-même. Clairement exprimé par les utilisateurs d'expériences touristiques immersives suivis par Merckx et al., ce dernier est causé par plusieurs facteurs. Dans un premier temps, des sentiments temporaires d'isolement sont mentionnés suite à l'utilisation du casque occultant. D'autre part, les utilisateurs expriment un sentiment de solitude dans l'environnement virtuel et rapportent l'absence de sentiment de connexion attendu<sup>434</sup>. Pour finir, les améliorations technologiques abordées dans la partie précédente présentent un facteur de risque d'addiction supplémentaire. En effet, étant donné que le sentiment d'incarnation est un facteur prédictif de l'utilisation addictive, les futures applications employant des technologies plus immersives pourraient s'avérer encore plus addictives pour les utilisateurs<sup>432</sup>.

## Chapitre 2 : Réalité virtuelle, un outil au service de la santé

### I – Applications et avantages de la réalité virtuelle en santé

La réalité virtuelle possède des applications dans de nombreux domaines et la santé fait partie des secteurs les plus impactés par l'avènement de cette technologie. La médecine est d'ailleurs considérée comme l'une des applications les plus efficaces de la réalité virtuelle. En immergeant l'utilisateur dans un environnement virtuel, cette dernière peut être employée à des fins de formation des professionnels de santé, cliniques, et d'apaisement des patients.

#### 1) Formation médicale

Les applications pédagogiques de la réalité virtuelle dans le domaine médical concernent majoritairement la formation des professionnels de santé. Cette technologie permet de recréer virtuellement des situations afin de mettre les étudiants et professionnels de santé dans des conditions de formation réalistes et sécurisées. Dans cette optique, plusieurs plateformes de simulations ont été développées afin de permettre aux professionnels de santé de s'entraîner à tout type de pratique.

#### **1.1 – Formation aux gestes chirurgicaux**

Une des applications pédagogiques de la réalité virtuelle les plus répandue est la formation des professionnels de santé à la réalisation de gestes chirurgicaux. Dans ce contexte, des outils de simulation ont été développés pour permettre aux utilisateurs d'être formés à différentes disciplines chirurgicales. Un premier exemple est celui de la plateforme Osso VR qui permet de s'entraîner à la pratique d'opérations de chirurgie orthopédique délicates<sup>435</sup>. Un autre exemple est celui de la société UniVR Studio qui propose une application pour former à la pose d'implants vertébraux<sup>436</sup>. De manière générale, la formation par la réalité virtuelle trouve sa place dans de nombreuses disciplines chirurgicales telles que la neurochirurgie<sup>437</sup>, la chirurgie ophtalmique<sup>438</sup>, la chirurgie orale et maxillo-faciale<sup>439</sup>, la chirurgie de la main<sup>440</sup> ou la chirurgie colorectale<sup>441</sup>.

Bien qu'elle ne se substitue pas à la formation en conditions réelles, la réalité virtuelle représente un complément précieux à l'apprentissage chirurgical traditionnel. Les simulateurs de réalité virtuelle permettent aux apprenants de pratiquer des procédures médicales complexes et d'acquérir des compétences de base. Orland et al. montrent par exemple que la réalité virtuelle permet d'apprendre le déroulement de la procédure et les mouvements nécessaires pour effectuer des interventions chirurgicales<sup>442</sup>. Cette technologie permet d'ailleurs d'améliorer l'enseignement et la qualité de la formation délivrée aux professionnels de santé. Dans une revue de la littérature, Ayoub et Pulijala révèlent par exemple que le retour haptique proposés par les dispositifs de réalité virtuelle a fourni une réalité immersive supplémentaire pour améliorer la dextérité manuelle et la formation clinique<sup>439</sup>. D'autre part, une étude de 2017 montre que la formation en réalité virtuelle permet de réduire la courbe d'apprentissage des neurochirurgiens en formation<sup>437</sup>. L'apprentissage des gestes chirurgicaux à l'aide de la réalité virtuelle semble également satisfaisant pour les utilisateurs. Par exemple, Munawar et al. indiquent que les commentaires informels des participants sur l'intuitivité et le pouvoir immersif du système étaient positifs<sup>443</sup>. Par la suite, les compétences acquises grâce à la formation en réalité virtuelle peuvent être transposées lors de la pratique en salle d'opération. Dans ce contexte, la réalité virtuelle présente à la fois un intérêt pour la préparation au geste thérapeutique et lors de son exécution sur le patient. Plusieurs études témoignent d'ailleurs de l'intérêt de cette technologie pour la planification préopératoire. Ayoub et Pulijala montrent par exemple que la réalité virtuelle est utilisée à des fins de planification prévisionnelle ce qui permet d'améliorer la précision de l'insertion des implants dentaires<sup>439</sup>. La réalité virtuelle présente également des avantages lors du guidage peropératoire notamment une amélioration des compétences techniques des utilisateurs. Nayer et al. montrent par exemple la capacité des simulateurs de réalité virtuelle à améliorer les performances pour la chirurgie de la cataracte<sup>438</sup>. Une autre étude révèle que la formation par simulation en réalité virtuelle constitue un moyen alternatif d'améliorer les performances en chirurgie laparoscopique<sup>444</sup>. Vitale et al. obtiennent des conclusions similaires et confirment l'efficacité des simulateurs virtuels pour améliorer les compétences diagnostiques et chirurgicales des gynécologues<sup>445</sup>. Par ailleurs, cette technologie permet une meilleure compréhension des détails anatomiques par les utilisateurs. Une étude montre par exemple que la réalité virtuelle a permis d'améliorer la compréhension conceptuelle

d'une anatomie complexe et de renforcer les compétences visuospatiales<sup>437</sup>. Dans ce contexte, la réalité virtuelle peut contribuer à une amélioration de la sécurité de la chirurgie. Dans une étude réalisée sur des patients sujets à une chirurgie colorectale, Guerriero et al. montrent que le modèle de réalité virtuelle a permis d'estimer avec précision l'anatomie vasculaire, fournissant des repères clés pour une dissection plus sûre<sup>441</sup>. D'ailleurs dans cette étude, un des patients présentait une anomalie clairement identifiée dans le modèle de réalité virtuelle et passée inaperçue lors de la tomodensitométrie. Les auteurs affirment que l'identification précise de cette variante vasculaire a permis une intervention chirurgicale sûre et adéquate<sup>441</sup>. Pour conclure, l'intégration de la réalité virtuelle immersive dans les programmes de formation chirurgicale est soutenue par des études de grande qualité qui démontrent une amélioration des temps de procédure, de l'achèvement des tâches et de la précision, des évaluations positives des utilisateurs et un bon rapport coût-efficacité<sup>446</sup>. Toutefois, la réalité virtuelle pourrait se substituer complètement à la formation chirurgicale traditionnelle. En effet, des études récentes affirment que la réalité virtuelle immersive possède une efficacité supérieure à l'enseignement chirurgical classique. Par exemple, dans l'enseignement de la chirurgie orthopédique, une étude menée pour comparer cette technologie avec le guide technique standard montre que les professionnels qui se sont entraînés avec la réalité virtuelle immersive ont exécuté beaucoup plus d'étapes adéquates et ont terminé leur procédure dans un délai beaucoup plus court<sup>447</sup>. Dans l'étude réalisée par Orland et al. sur vingt-cinq étudiants de médecine jamais exposés à la réalisation du geste chirurgical étudié, des résultats similaires sont obtenus. La réalité virtuelle a augmenté à la fois la précision de la procédure et la proportion d'achèvement. De plus, les participants des groupes « réalité virtuelle » et « réalité virtuelle et guide technique » ont effectué moins d'étapes incorrectes que les participants du groupe « guide technique »<sup>442</sup>. De leur côté, Blumstein et al. attestent que le pourcentage d'étapes accomplies correctement était significativement plus élevé dans le groupe réalité virtuelle que dans le groupe guide standard (63% contre 25%,  $p < 0,002$ ). De plus, l'amélioration moyenne entre la première et la deuxième phase de l'étude était plus élevée dans le groupe réalité virtuelle pour les 5 catégories de l'échelle d'évaluation globale, et significativement plus élevée pour la connaissance des instruments (50% contre 11%,  $p, 0,01$ ). Ici, le groupe réalité virtuelle a obtenu des scores de performance de 230 à 300 % de ceux de la cohorte du guide standard ( $p < 0,001$ )<sup>448</sup>.

## 1.2 – Formation aux pratiques médicales pluridisciplinaires

La réalité virtuelle trouve également sa place dans la formation médicale pluridisciplinaire<sup>449</sup>. Comme pour la formation aux gestes chirurgicaux, des simulateurs ont été mis au point afin de permettre aux professionnels de santé de se former à différentes disciplines et procédures de soins. En France, la start-up bordelaise SimforHealth a mis au point un ensemble d'outils permettant au personnel hospitalier de s'entraîner à des interventions médicales. Elle propose plusieurs produits pour la formation aux soins infirmiers tel que le dispositif « SIMDOSE », un logiciel d'entraînement à la préparation médicamenteuse et au calcul de dose<sup>450</sup>. On peut également citer « VR TRANSFU » qui permet de simuler une procédure d'acte transfusionnel<sup>451</sup> et « VR CCI » qui va permettre de simuler une procédure de pose d'aiguille sur chambre implantable<sup>452</sup>. La société propose également une collection de simulateurs numériques pour la formation aux compétences infirmières (diagnostic, réalisation de soins, communication et formation)<sup>453</sup>. De façon plus générale, l'entreprise s'intéresse à d'autres secteurs d'activités avec par exemple le dispositif « Em.sim » composé de scénarios délivrant une formation certifiée à la radioprotection<sup>454</sup>. SimforHealth propose également de concevoir des simulateurs numériques sur mesure en fonction des besoins spécifiques de ses clients<sup>455</sup> ouvrant ainsi un large choix d'applications pédagogiques en santé. De son côté, la société Simango propose un ensemble de formations en réalité virtuelle appelées « chambres des erreurs » pour sensibiliser aux risques rencontrés à l'hôpital. Par exemple, la « Formation Bloc Opératoire » est mise en place dans le but d'accompagner et de former l'utilisateur sur différentes thématiques à risque au sujet du bloc opératoire<sup>456</sup>. La « Formation Circuit du Médicament » permet quant à elle d'améliorer la sécurité du médicament dans le parcours de soins des patients. L'objectif est de sensibiliser les soignants à l'identification et l'analyse des situations à risque médicamenteuses et à la mise en place de barrières pour lutter contre les erreurs médicamenteuses<sup>457</sup>. L'entreprise propose d'autres chambres des erreurs sur des thèmes variés tels que l'hygiène<sup>458</sup>, l'identitovigilance<sup>459</sup>, la bientraitance<sup>460</sup> ou encore la sécurité incendie<sup>461</sup>. La réalité virtuelle peut également être utilisée pour former les professionnels de santé sur des compétences non techniques. Une revue de la littérature identifie par exemple des applications pédagogiques pour la formation au travail d'équipe, à la communication et à la prise de conscience de la situation<sup>462</sup>. Plusieurs

études attestent que ces outils de formation en réalité virtuelle permettent d'améliorer les méthodologies traditionnelles utilisées pour la formation médicale. Premièrement, cette méthode pédagogique a une influence positive sur les capacités d'apprentissage. Sattar et al. révèlent par exemple que en comparaison avec l'enseignement par vidéo ou à l'aide de texte, la réalité virtuelle s'est avérée être la meilleure solution pour les étudiants en médecine, tant au niveau de la motivation que de la compétence d'apprentissage<sup>463</sup>. De plus, l'apprentissage par réalité virtuelle a un impact bénéfique sur les connaissances et les compétences techniques des apprenants. Espinosa et al. ont évalué l'impact d'une formation en réalité virtuelle pour la réanimation cardiopulmonaire en comparaison avec un groupe témoin et affirment que cette dernière améliore les connaissances théoriques et les compétences pratiques. Dans cette étude, le groupe réalité virtuelle a réalisé un plus grand nombre de compressions par minutes (97,5 compressions/min vs. 80,9 compressions/min) avec une profondeur de compression plus élevée (34,0mm vs. 27,9mm)<sup>464</sup> attestant ainsi de l'efficacité de la formation. Une étude comparant un système de formation à l'injection intraveineuse par réalité virtuelle avec un simulateur de bras d'injection montre que les connaissances et les compétences cliniques sont significativement plus élevées après formation avec le système de réalité virtuelle<sup>465</sup>. La formation par la réalité virtuelle influence également les niveaux de satisfaction et la confiance des utilisateurs. Min Oh et al. ont mené une étude impliquant cent cliniciens qui ont testé un système de formation en réalité virtuelle pour l'injection de produits de comblement. Environ trois quarts des participants ont indiqué que le système de formation présentait un niveau acceptable de maniabilité et qu'ils étaient satisfaits de son ergonomie<sup>466</sup>. Une autre étude réalisée sur des dentistes montre que les participants se sont déclarés très satisfaits du contenu et des méthodes utilisées dans cette formation<sup>467</sup>. La simulation en réalité virtuelle est également reconnue comme une méthode d'apprentissage efficace permettant de surmonter les limites de la formation pratique. Par exemple, grâce à l'efficacité de l'expérience immersive, les simulations en réalité virtuelle permettent de plonger les apprenants dans la complexité de la prise en charge des patients en situation d'urgence. Chang et al. ont cherché à développer une simulation de réalité virtuelle pour l'inoculation de stress dans un contexte de formation à la réanimation et les résultats montrent que cette simulation a provoqué chez les médecins, les changements physiologiques attendus en cas de stress<sup>468</sup>. Une revue de la littérature affirme également que cette méthode d'apprentissage permet de simuler

l'environnement clinique et les pratiques médicales liées à différents scénarios de catastrophe de manière réaliste<sup>469</sup>. Bien que ces méthodes d'apprentissage par réalité virtuelle présentent de nombreux avantages, la littérature ne permet pas de statuer sur les conditions d'utilisation par rapport aux formations pratiques standards. En effet, des études ont cherché à comparer ces méthodes de formation et obtiennent des résultats divergents. Roehr et al. montrent par exemple que, bien que les deux techniques offrent des modalités de formation utiles pour l'apprentissage de la ponction lombaire, la simulation pratique a donné de meilleurs résultats que la formation par réalité virtuelle<sup>470</sup>. De leur côté, Atuel et Kintzle comparent l'efficacité d'un jeu de rôle standardisé et d'un client-formateur virtuel pour former les étudiants au développement des compétences cliniques et d'entretien liées au travail avec la population militaire. Les résultats révèlent que les deux techniques sont aussi efficaces l'une que l'autre pour les paramètres évalués (auto-efficacité, reconnaissance, réponse aux symptômes de stress post-traumatique, reconnaissance et réponse aux symptômes de suicide, compétence culturelle militaire et compétence globale)<sup>471</sup>. Enfin, l'étude mentionnée précédemment affirme que le système de réalité virtuelle est plus efficace que le simulateur de bras pour la formation pratique à l'injection intraveineuse<sup>465</sup>.

## 2) Thérapie pour les patients

Les technologies de réalité virtuelle présentent une multitude d'utilisations dans le domaine de la santé dont de nombreuses solutions pour accompagner la prise en charge des patients. Dans ce contexte, de plus en plus d'applications sont mises au point afin d'assister les professionnels de santé dans le parcours de soins des patients. Ces applications thérapeutiques peuvent être utilisées afin de diagnostiquer et de traiter différentes affections ou en tant qu'outil d'aide à la rééducation des patients.

### **2.1 – Prise en charge de la douleur**

Dans l'optique de promouvoir le recours à des thérapeutiques non médicamenteuses et non invasives de prise en charge de la douleur, la réalité virtuelle est utilisée comme une méthode de distraction pour atténuer ce symptôme désagréable ressenti par les patients. En créant des environnements virtuels apaisants et captivants, elle permet de détourner l'attention et ainsi de réduire la sensation de douleur et la perception de l'inconfort. L'hypothèse est que la réalité virtuelle, en tant qu'intervention de distraction axée sur les émotions, diminue l'intensité des symptômes douloureux. En effet, il est établi que l'immersion du patient dans une réalité virtuelle interactive permet de détourner l'attention des stimuli douloureux et peut diminuer la perception de la douleur<sup>472</sup>. Véritable complément de la prise en charge thérapeutique, la réalité virtuelle peut être utilisée pour prendre en charge les douleurs aiguës<sup>473</sup> et chroniques ainsi que les troubles douloureux subis par les patients avant, pendant et après une intervention médicale ou chirurgicale. Adaptée au confort psychologique et physique des patients et aux besoins d'innovation des systèmes de santé, la société DeepSen développe une solution de sédation-analgésie par réalité virtuelle. Le dispositif est inspiré de nombreuses technologies telles que l'hypnose médicale, la musicothérapie, la chromathérapie et la luminothérapie<sup>474</sup>. Dans le même registre, la société Healthy Mind propose un dispositif médical qui combine l'immersion par la technologie de la réalité virtuelle, l'hypnose médicale et des principes de psychologies avancés afin de réduire la douleur et l'anxiété des patients<sup>475</sup>. Plusieurs études suggèrent d'ailleurs que la réalité virtuelle est efficace en tant que complément ou alternative analgésique non pharmacologique. Hoffman et al. montrent par exemple que la réalité virtuelle rend les

mouvements de la main et des doigts moins douloureux pendant une thérapie<sup>476</sup>. Dans une étude évaluant la sécurité et l'efficacité d'une thérapie de réalité virtuelle pour la distraction lors d'une biopsie de la moelle osseuse en comparaison avec un mélange équimolaire oxygène-protoxyde d'azote (MEOPA), les auteurs concluent que la réalité virtuelle pourrait être un traitement alternatif en cas de contre-indication ou d'intolérance au MEOPA<sup>477</sup>. Brea-Gómez et al. montrent également que la réalité virtuelle peut réduire de manière significative l'intensité de la douleur chez les patients souffrant de lombalgie chronique<sup>478</sup>. Czech et al. révèlent que la distraction par la réalité virtuelle constitue une intervention efficace pour réduire la douleur chez les enfants qui subissent des procédures médicales réalisées à l'aide d'une aiguille<sup>479</sup>. D'autre part, Xiang et al. indiquent que le jeu de réalité sur smartphone s'est avéré efficace pour réduire la douleur lors du changement des pansements de brûlures<sup>480</sup>. En tant que thérapie analgésique, cette technologie présente de nombreux avantages. Par exemple, Hoffman et al. attestent que, en rendant la thérapie plus ludique, la réalité virtuelle peut aider à motiver le patient à effectuer des exercices thérapeutiques de la main<sup>476</sup>. Pour Le Du et al., la technologie offre une tolérance et un niveau de satisfaction (patients, infirmières et médecins) élevé<sup>477</sup>. D'après Karaveli Çakır et Evirgen, il s'agit d'une méthode facilement disponible, peu coûteuse et non invasive utilisable par les infirmières pour gérer la douleur pendant la coloscopie<sup>481</sup>. Elle offre également l'opportunité de traiter une large population de patients et ce, pour des indications variées. Par exemple, une méta-analyse conduite par Huang et al. affirme que la réalité virtuelle est une thérapie alternative réalisable et efficace pour soulager la douleur aiguë des enfants et des adultes<sup>482</sup>. De plus, cette technologie a démontré son efficacité dans la réduction de la douleur aiguë, expérimentale et chronique et est proposée comme alternative aux opioïdes<sup>483</sup>. Pour finir, la littérature scientifique a démontré que l'analgésie et la sédation des douleurs par l'utilisation de la réalité virtuelle est, dans un grand nombre de cas, plus efficace que les méthodes traditionnelles. Dans une méta-analyse, Ahern et al. apportent plusieurs arguments qui attestent de la supériorité d'efficacité de la réalité virtuelle. Dans un premier temps, cette dernière a amélioré l'intensité de la douleur et l'incapacité à court terme et à long terme par rapport à l'entraînement proprioceptif conventionnel chez les patients souffrant de cervicalgie chronique. Ensuite, chez les patients souffrant de lombalgie subaiguë ou chronique, la réalité virtuelle a amélioré la douleur, l'incapacité et la peur du mouvement par rapport aux exercices de stabilisation lombaire et a

amélioré la douleur par rapport à la thérapie physique conventionnelle. De plus, chez les patients souffrant de lombalgie chronique, elle a amélioré la douleur par rapport aux exercices de stabilisation lombaire et a amélioré la peur du mouvement par rapport à la thérapie physique conventionnelle<sup>484</sup>. De leur côté, Bani Mohammad et Ahmad montrent également que dans la prise en charge de la douleur liée au cancer du sein, la réalité virtuelle est une intervention plus sûre que le traitement pharmacologique<sup>485</sup>. Néanmoins, certaines études exposent des résultats contradictoires et affirment que la réalité virtuelle, bien qu'efficace, ne permet pas d'améliorer significativement l'intensité de la douleur comparativement aux thérapies standards. D'après Huang et al., il n'y avait pas de différence statistique entre la thérapie de réalité virtuelle et la thérapie standard pour la prise en charge de la lombalgie chronique et de la douleur liée au cancer<sup>482</sup>. De leur côté, Le Du et al. montrent que l'intensité de la douleur ne présentait pas de différence significative pour la réalité virtuelle et la thérapie conventionnelle (MEOPA)<sup>477</sup>.

## **2.2 – Prise en charge des troubles mentaux**

Les problèmes de santé mentale étant indissociables de l'environnement, les technologies de réalité virtuelle jouent un rôle de plus en plus important dans le diagnostic et le traitement des troubles mentaux. En effet, le sentiment de présence procuré par les expériences immersives en réalité virtuelle peut devenir un outil puissant de changement personnel en offrant un monde dynamique et social où les individus peuvent vivre et partager une expérience spécifique<sup>486</sup>. En tant qu'outil thérapeutique, la réalité virtuelle expose les patients à des simulations réalistes afin de se confronter de manière progressive et contrôlée à leurs situations problématiques (peurs, angoisses). En leur apprenant à surmonter les difficultés rencontrées, l'objectif est de favoriser la désensibilisation et de faciliter le processus de guérison. Dans ce contexte, les thérapies d'exposition à la réalité virtuelle peuvent être utilisées pour divers troubles tels que l'anxiété<sup>487</sup>, la dépression<sup>488</sup>, le syndrome de stress post-traumatique<sup>489</sup>, les troubles psychiatriques<sup>490</sup>, les troubles obsessionnels<sup>489</sup>, la démence<sup>491</sup>, les troubles du spectre autistique<sup>491</sup>, les phobies<sup>492</sup>, les addictions<sup>493</sup> ou encore les troubles alimentaires<sup>494</sup>. L'entreprise C2Care propose diverses applications de thérapie par exposition à la réalité virtuelle. Par exemple, avec l'application « C2Phobia », les patients sont placés de manière prolongée et répétée dans des situations virtuelles (habituellement évitées du

fait de leur caractère anxiogène) afin de provoquer un phénomène d'habituation aux stimuli anxiogènes virtuels<sup>492</sup>. On peut également citer l'application « C2Addict » qui propose des environnements virtuels pour la prise en charge de l'addiction au tabac, à l'alcool, aux jeux d'argent ou aux drogues<sup>495</sup>. Un autre exemple est celui du projet Autism-VR qui développe des simulations de formation en réalité virtuelle pour aider les patients atteints d'autisme à surmonter des situations quotidiennes dans lesquelles ils rencontrent des difficultés<sup>496</sup>. Au cours des années précédentes, un certain nombre d'études ont été menées afin d'examiner si la thérapie d'exposition à la réalité virtuelle pouvait être une forme alternative efficace pour le traitement des troubles mentaux. Une revue de la littérature fournit par exemple des preuves de l'impact positif de la thérapie de réalité virtuelle sur les troubles psychiatriques<sup>490</sup>. D'autre part, Wiebe et al. attestent que des preuves convaincantes sont exposées pour le traitement des troubles anxieux, du syndrome de stress post-traumatique et des troubles de la dépendance<sup>491</sup>. Moreno et al. affirment que la réalité virtuelle est utile pour améliorer la cognition et les symptômes psychologiques dans les troubles neurocognitifs<sup>497</sup>. Les thérapies d'exposition à la réalité virtuelle présentent de nombreux avantages. Park et al. affirment par exemple que les systèmes offrent des environnements virtuels avec des stimuli sensoriels bien contrôlés et que, grâce à l'entraînement cognitif et à l'apprentissage des compétences sociales, la réadaptation virtuelle aide les patients à améliorer leur qualité de vie<sup>498</sup>. Dans leur article, Mitrousia et Giotakos énumèrent également un certain nombre d'avantages tels que la réduction de l'évitement de l'exposition à des stimuli phobiques, la supervision du thérapeute, la confidentialité et le respect de la vie privée, le contrôle des imprévus et de l'intensité de l'exposition en fonction des besoins spécifiques<sup>499</sup>. Au-delà des impacts bénéfiques sur le traitement, la réalité virtuelle peut également être utilisée en tant qu'outil diagnostique des troubles mentaux. Wittcock et Bervoets montrent par exemple qu'elle constitue un outil objectif précieux dans le processus de diagnostic des troubles obsessionnels compulsifs<sup>500</sup>. La technologie s'avère également efficace pour le diagnostic très complexe des troubles autistiques<sup>501</sup>. Il est important de noter que la thérapie par la réalité virtuelle n'est pas destinée à remplacer les méthodes de traitement traditionnelles. Cette solution peut être utilisée comme une méthode complémentaire afin d'améliorer les résultats et le confort des patients. Certaines études ont néanmoins cherché à comparer la réalité virtuelle avec des méthodes thérapeutiques existantes et obtiennent des résultats en faveur de la technologie immersive. Riva et al. concluent par

exemple que, pour les troubles d'hyperphagie boulimiques, les systèmes de réalité virtuelle offrent un avantage possible par rapport à la thérapie cognitivo-comportementale traditionnelle<sup>494</sup>. De leur côté, Van Loenen et al. montrent que la thérapie cognitivo-comportementale basée sur l'exposition à la réalité virtuelle est plus efficace que la liste d'attente et aussi efficace que la thérapie cognitivo-comportementale dans le traitement des troubles anxieux sévères<sup>489</sup>. De plus, Mitrousia et Giotakos attestent que la réalité virtuelle peut être utilisée comme une alternative dans le cas où certaines composantes de la thérapie cognitivo-comportementale ne pourraient pas être facilement appliquées à tous les patients<sup>499</sup>. Donnelly et al. affirment que le fait de susciter la présence par le biais de caractéristiques multisensorielles et de la représentation du corps peut améliorer les résultats des patients souffrant de troubles anxieux<sup>502</sup>. Toutefois, les thérapies d'exposition à la réalité virtuelle pour la prise en charge des troubles mentaux ne connaissent pas encore une adoption généralisée. Park et al. évoquent notamment certains inconvénients techniques (mal des transports et sécheresse oculaire) et problèmes liés à l'utilisation (préoccupation et dépendance)<sup>498</sup>.

### **2.3 – Rééducation et réadaptation des patients**

La réalité virtuelle est également utilisée dans les programmes de rééducation et de réhabilitation physique des patients. Les environnements virtuels interactifs et immersifs permettent aux patients de s'entraîner à effectuer des mouvements spécifiques, d'améliorer leur force musculaire, leur mobilité, leur équilibre et leur coordination. Les applications sont variées et concernent principalement les patients atteints de blessures, d'accidents vasculaires cérébraux, de maladies neurologiques ou de handicaps. Prenons l'exemple de l'entreprise REAL System qui propose un ensemble de systèmes de réalité virtuelle destinés à la réhabilitation des patients. On retrouve dans son catalogue de produits divers systèmes dédiés à la rééducation notamment suite à une commotion cérébrale<sup>503</sup>, à une lésion de la moelle épinière<sup>504</sup>, à un accident vasculaire cérébral (AVC)<sup>505</sup> ou encore dans le cadre de la maladie de Parkinson<sup>506</sup>. Plusieurs études ont été conduites afin d'évaluer l'efficacité de la solution et les résultats sont probants. Par exemple, une étude prouve l'efficacité d'un programme de réalité virtuelle dans un contexte de réadaptation sportive<sup>507</sup>. Pazzaglia et al. affirment que la rééducation à l'aide de la réalité virtuelle est utile dans la maladie de Parkinson<sup>508</sup>. Malik et Masood

démontrent une amélioration significative du niveau de mobilité des patients ayant subi un AVC<sup>509</sup>. Selon Choi et Paik, le programme de réalité virtuelle basé sur des jeux mobiles favorise efficacement la récupération des membres supérieurs chez les patients victimes d'un AVC<sup>510</sup>. De leur côté, Maggio et al. montrent que les patients victimes d'un AVC ont connu une amélioration significative dans de nombreux domaines cognitifs (capacités exécutives et visuo-spatiales, capacités d'élocution, d'attention et de mémoire) après l'utilisation de la réalité virtuelle<sup>511</sup>. Ces études énumèrent un certain nombre d'avantages offerts par les programmes de rééducation à l'aide de la réalité virtuelle. En effet, Choi et Paik révèlent que les patients ont suivi deux semaines de traitement sans effets indésirables et ont été généralement satisfaits du programme. Ils affirment également que le programme de réalité virtuelle est rapide et facile à mettre en œuvre. Pour finir, les auteurs concluent que ces programmes de réadaptation en ligne permettent aux patients et aux thérapeutes de collaborer à distance entraînant ainsi une réduction des coûts économiques et sociaux<sup>510</sup>. D'autre part, Maggio et al. affirment que la rééducation à l'aide d'outils de réalité virtuelle permet de stimuler la motivation et la participation des patients<sup>511</sup>. Plusieurs études montrent également que cette solution peut être utilisée comme une méthode complémentaire aux méthodes de rééducation conventionnelles. Laver et al. attestent par exemple que la réalité virtuelle peut être bénéfique pour l'amélioration de la fonction des membres supérieurs et des activités de la vie quotidienne lorsqu'elle est utilisée en complément des soins habituels<sup>512</sup>. Rutkowski et al. obtiennent des conclusions similaires et montrent que le programme de réadaptation pulmonaire complété par un entraînement à la réalité virtuelle est une intervention bénéfique pour améliorer la condition physique des patients atteints de maladie pulmonaire obstructive chronique<sup>513</sup>. Malik et Masood concluent quant à eux que la combinaison de l'entraînement orienté vers la tâche et de la réalité virtuelle améliore considérablement la performance physique et le niveau de mobilité des patients victimes d'un AVC<sup>509</sup>. Toutefois, certaines études se sont intéressées à l'efficacité de la réalité virtuelle en comparaison avec les thérapies conventionnelles de rééducation existantes et obtiennent des résultats en faveur de la technologie immersive. Par exemple, d'après l'étude menée par Pazzaglia et al., le programme de rééducation par la réalité virtuelle a été plus efficace que le programme de rééducation conventionnel<sup>508</sup>. De leur côté, Turolla et al. démontrent que la rééducation par la réalité virtuelle chez les patients ayant subi un AVC semble plus efficace que les interventions conventionnelles

pour restaurer les capacités fonctionnelles liées à la motricité<sup>514</sup>. Pour finir, Choi et Paik affirment même que le programme de rééducation des membres supérieurs par la réalité virtuelle peut se substituer à certaines parties de la thérapie conventionnelle<sup>510</sup>.

## **2.4 – Bien-être des patients**

La réalité virtuelle peut être utilisée comme méthode de distraction pour lutter contre l'anxiété afin de maintenir et d'améliorer le bien-être des patients. Dans ce contexte, des applications de méditation et de relaxation virtuelles sont développées afin de favoriser la détente des utilisateurs. La société HypnoVR offre par exemple une expérience d'immersion multisensorielle visant à provoquer un état d'hypnose afin de réduire les niveaux de stress et d'anxiété des patients avant, pendant ou après les soins. Le dispositif proposé peut être utilisé pour différentes spécialités médicales telles que l'anesthésie-réanimation, la chirurgie, les soins dentaires, l'imagerie, l'oncologie ou la pédiatrie<sup>515</sup>. Plusieurs études confirment l'efficacité des applications de réalité virtuelle pour réduire le niveau d'anxiété des patients. Ryu et al. montrent par exemple que la visite immersive de la salle d'opération a atténué l'anxiété préopératoire chez les enfants<sup>516</sup>. Or, anxiété et douleur sont des symptômes interconnectés jouant un rôle de facteur de risque réciproque. En effet, il a été démontré que l'anxiété est associée à une perception accrue de l'intensité de la douleur, et qu'une exposition prolongée à la douleur entraîne une dysrégulation accrue de l'humeur<sup>517</sup>. Dans un contexte de soins, la douleur constitue donc un facteur supplémentaire susceptible d'influencer le bien-être global des patients. Afin de comprendre comment cette technologie peut être utilisée de manière efficace pour améliorer le confort émotionnel et physique des patients, plusieurs études abordent simultanément l'impact de la réalité virtuelle sur l'anxiété et la douleur. Eijlers et al. indiquent par exemple que la réalité virtuelle constitue une intervention de distraction efficace pour réduire la douleur et l'anxiété chez les patients pédiatriques qui subissent une grande variété de procédures médicales<sup>518</sup>. Gerçeker et al. affirment que la réalité virtuelle est une méthode de distraction efficace pour réduire la douleur, la peur et l'anxiété liées à la pose d'une aiguille de Huber chez les patients d'hématologie-oncologie pédiatrique<sup>519</sup>. De leur côté, Bani Mohammad et Ahmad attestent que la réalité virtuelle est une intervention de distraction efficace pour gérer la douleur et l'anxiété

chez les patientes atteintes d'un cancer du sein<sup>485</sup>. Shetty et al. ont observé une réduction significative de la perception de la douleur et de l'anxiété (diminution significative des niveaux de cortisol salivaire) chez les enfants utilisant la distraction par la réalité virtuelle<sup>520</sup>. Pour finir, un essai clinique randomisé réalisé sur 107 patients de 10 à 21 ans, montre que les patients subissant une pose de cathéter intraveineux périphérique et bénéficiant d'une intervention de réalité virtuelle ont ressenti beaucoup moins d'anxiété et de douleur que ceux qui ont reçu les soins habituels<sup>521</sup>. La réalité virtuelle en tant que méthode de distraction présente de nombreux avantages. Par exemple, Ioannou et al. affirment que cette technologie peut réduire efficacement l'anxiété et la douleur dans différents contextes et maladies, y compris le cancer<sup>488</sup>. Sharar et al. affirment que, en combinaison avec un traitement analgésique standard, la distraction par la réalité virtuelle permet de soulager de manière cliniquement significative la douleur des brûlés soumis à un traitement<sup>522</sup>. De plus, une étude montre qu'après une intervention chirurgicale douloureuse, les enfants du groupe réalité virtuelle ont eu besoin de moins d'analgésie de secours<sup>523</sup>. Dans ce contexte de lutte contre l'anxiété et la douleur liées aux soins, la littérature s'est intéressée à l'efficacité de la réalité virtuelle en comparaison avec les techniques conventionnelles et les résultats sont controversés. Certaines études révèlent que la technologie ne permet pas spécifiquement d'améliorer le bien-être des patients par rapports aux méthodes standards. Eijlers et al. indiquent par exemple que, chez les enfants subissant une intervention chirurgicale non urgente en hôpital de jour, la réalité virtuelle n'a pas eu d'effet bénéfique sur l'anxiété, la douleur, le délire d'émergence ou l'anxiété des parents<sup>523</sup>. Dans leur étude comparant la réalité virtuelle avec un traitement par exercice, Tejera et al. montrent qu'aucun des facteurs évalués (intensité de la douleur, amplitude des mouvements de rotation, catastrophisme de la douleur, croyances d'évitement de la peur, seuil de la douleur à la pression et anxiété) n'a montré de différences entre les deux interventions<sup>524</sup>. En revanche, certaines études affirment que la réalité virtuelle permet d'obtenir de meilleurs résultats que les techniques conventionnelles. En effet, Ioannou et al. montrent que l'intervention de réalité virtuelle est plus efficace que les soins standard pour le traitement de l'anxiété, de la dépression, de la fatigue et de la douleur<sup>488</sup>. De plus, Bani Mohammad et Ahmad révèlent qu'une séance de réalité virtuelle immersive associée à la morphine a permis de réduire de manière significative les scores de douleur et d'anxiété déclarés par les patientes atteintes d'un cancer du sein, par rapport à la morphine seule<sup>485</sup>.

### 3) Autres applications en santé

Dans un environnement où les patients atteints de pathologies chroniques se heurtent souvent à une incompréhension de leur maladie et des options thérapeutiques disponibles, la réalité virtuelle trouve également des applications dans l'éducation thérapeutique. En effet, face à des professionnels de santé qui éprouvent des difficultés à transmettre efficacement leurs connaissances et à l'insatisfaction engendrée chez les patients, cette technologie leur permet de mieux comprendre et d'appréhender leur pathologie et ainsi, d'en améliorer la prise en charge globale. Cette éducation virtuelle permet par exemple une visualisation des aspects anatomiques de la pathologie et des parties touchées, une simulation des symptômes, la préparation aux interventions médicales, un apprentissage des auto-soins et une éducation sur les traitements disponibles ou de réaliser une formation pour l'adaptation à la vie quotidienne. Dans ce contexte, la réalité virtuelle constitue un complément puissant aux méthodes d'éducation traditionnelles. Dans une étude réalisée sur des patients atteints de pathologie rénale chronique, Maddox et al. montrent que la réalité virtuelle mobilise plusieurs centres d'apprentissage dans le cerveau, diffusant ainsi la richesse des connaissances tout en réduisant la charge cognitive. Les auteurs concluent que la technologie peut être incorporée dans les pratiques existantes en matière d'éducation et de formation à la pathologie rénale chronique<sup>525</sup>.

En pratique avant une opération les chirurgiens créent, sur la base des informations disponibles (images par résonance magnétique ou tomodensitométrie) et des connaissances anatomiques préalables, leur propre modèle mental tridimensionnel de l'organe concerné. Cette tâche complexe requiert plusieurs années de formation et présente une incertitude inhérente subsistante susceptible de compromettre la sécurité du patient et de la procédure. Dans ce contexte, la réalité virtuelle trouve également une application à visée clinique : la planification chirurgicale préopératoire. Cette procédure standard a pour objectif de garantir la sécurité du patient et de réduire la durée de l'opération. Grâce à la simulation, la réalité virtuelle permet de développer des modèles interactifs précis et spécifiques au patient. Ces reconstructions numériques tridimensionnelles contribuent à l'élaboration de plans chirurgicaux et à l'identification des structures critiques. Nous pouvons citer ici l'exemple du projet « The Living Heart

Project » qui propose une solution permettant au médecin ou au chirurgien d'analyser virtuellement la santé cardiaque du patient avant une intervention ou la mise en place d'un traitement<sup>526</sup>. L'efficacité de la réalité virtuelle à des fins de planification chirurgicale a été largement démontrée. Filimonov et al. attestent par exemple que la réalité virtuelle permet de créer des modèles 3D anatomiquement précis qui peuvent être utilisés pour la planification préopératoire de la chirurgie endoscopique endonasale<sup>527</sup>. Sadeghi et al. démontrent le succès d'une plateforme dédiée à l'intelligence artificielle et à la réalité virtuelle pour la planification d'une ablation d'un segment pulmonaire<sup>528</sup>. Dans une étude menée pour la transplantation de rein par donneur vivant, les auteurs affirment que la reconstruction 3D et la visualisation en réalité virtuelle peuvent être utilisées pour faciliter l'appréciation d'une anatomie complexe<sup>529</sup>. Dans ce contexte de planification chirurgicale, de nombreux avantages sont attribués à cette technologie. Reinschluessel et al. montrent par exemple une meilleure compréhension spatiale des structures anatomiques individuelles, une meilleure identification des variantes anatomiques et une meilleure mémorisation des informations par les chirurgiens<sup>530</sup>. D'autre part, Pushparajah et al. indiquent que l'imagerie sur la réalité virtuelle améliore la clarté des structures anatomiques induisant un impact bénéfique sur l'approche chirurgicale<sup>531</sup>. Filimonov et al. obtiennent des résultats similaires et révèlent que l'incorporation de la technologie de simulation augmente la compétence du chirurgien tout en diminuant les taux de complications<sup>527</sup>. L'objectif de la planification chirurgicale assistée par la réalité virtuelle est de garantir la sécurité de l'intervention et d'augmenter le taux de réussite.

La réalité virtuelle représente un outil prometteur et adaptable à de nombreuses prises en charge médicales qui a démontré sa faisabilité et son pouvoir relaxant.

## II – La réalité virtuelle en réanimation

La thérapie par exposition à la réalité virtuelle a démontré sa faisabilité et son efficacité pour réduire la douleur et l'anxiété des patients dans divers contextes cliniques. Ces symptômes d'inconfort étant les plus fréquemment rencontrés par les patients de réanimation, la stimulation par la réalité virtuelle peut s'avérer être une intervention prometteuse pour cette population de patients.

Premièrement, la réalité virtuelle peut être employée en tant que thérapie préventive pour préparer l'admission en réanimation. En effet, à la suite d'une intervention chirurgicale lourde, les patients font face à un réveil brutal dans l'environnement agressif de la réanimation, susceptible d'engendrer des complications post-opératoires et de provoquer un traumatisme psychologique. L'objectif est de pallier ces risques par l'implémentation de séances de réalité virtuelle en amont de l'intervention. Avec cette thérapie de l'habituation, les patients sont exposés de manière progressive et immersive à l'environnement auquel ils vont être confrontés (appareils et bruits environnants correspondants). On peut citer ici l'exemple de l'entreprise C2Care qui propose une application préventive instaurant une thérapie d'habituation à la réanimation pour lutter contre les risques de rejet de greffe<sup>532</sup>.

L'application qui nous intéresse concerne l'utilisation de la réalité virtuelle en tant qu'outil de distraction pour soulager l'inconfort et ainsi améliorer le pronostic psychologique des patients pendant leur séjour en réanimation. De nos jours, l'efficacité de cette utilisation clinique de la réalité virtuelle est très bien décrite dans la littérature. Cependant aucune étude n'a évalué l'impact de la réalité virtuelle sur les symptômes d'anxiété et de douleur des patients de réanimation. Dans ce contexte, une étude a été mise en place en avril 2019 afin de pallier ce manque de preuve clinique : l'étude E-REA. Activement impliquée dans cette étude pendant mon stage hospitalo-universitaire, la suite de la thèse se consacre principalement à la présentation de cette dernière. Dans un premier temps, nous nous intéresserons donc à l'état des connaissances au moment de la rédaction de son protocole. Ensuite, les résultats de cette étude et leur implication dans la prise en charge des patients seront abordés. Pour finir, un état des lieux des connaissances actuelles sur le sujet sera réalisé.

## 1) État des connaissances avant l'étude E-REA

Parmi les études mentionnées précédemment, on retrouve une étude publiée en août 2017 dont l'objectif était d'évaluer la faisabilité et la sécurité d'une intervention de stimulation neurocognitive basée sur la réalité virtuelle chez des patients de réanimation<sup>533</sup>. Vingt patients adultes de réanimation subissant ou ayant subi une ventilation mécanique pendant une durée supérieure ou égale à 24 heures ont reçu des séances quotidiennes de stimulation neurocognitive de 20 minutes. Les séances ont été réalisées à l'aide de la plateforme ENRIC (Early Neurocognitive Rehabilitation in Intensive Care) qui utilise un logiciel de stimulation avec des exercices à faible charge cognitive spécifiquement conçus ou adaptés pour les patients de réanimation. Le logiciel de stimulation est basé sur des techniques de réalité virtuelle qui immergent les patients dans un environnement relaxant. Lors de la séance, un avatar virtuel accompagne les patients, les oriente dans le temps, leur donne des instructions, les motive à effectuer les exercices et les encourage à se détendre<sup>533</sup>. Les données physiologiques ont été enregistrées avant, pendant et après chaque séance. La sécurité a été évaluée par la fréquence cardiaque, la saturation périphérique en oxygène et la fréquence respiratoire. L'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque, une mesure indirecte de l'activité autonome sensible aux exigences cognitives, a été utilisée pour évaluer l'efficacité des exercices dans la stimulation de l'attention et de la mémoire de travail. Du point de vue des résultats, aucune séance n'a été interrompue prématurément pour des raisons de sécurité et aucun événement indésirable n'est survenu. L'analyse de la variabilité du rythme cardiaque a montré que les exercices stimulaient l'attention et la mémoire de travail. De plus, les patients ont estimé que les séances étaient agréables et relaxantes sans être trop fatigantes<sup>533</sup>. Les résultats de cette étude suggèrent qu'une intervention neurocognitive basée sur la réalité virtuelle est faisable, sûre et tolérable, stimulant les fonctions cognitives et satisfaisant les patients de réanimation<sup>533</sup>.

En octobre 2017, Gerber et al. publient les résultats de leur étude dont l'objectif était de tester la faisabilité et les effets d'une stimulation visuelle et acoustique contrôlée dans une installation de réalité virtuelle au sein de l'unité de soins intensifs<sup>534</sup>. L'installation se composait d'un casque de réalité virtuelle, associé à un système de suivi des yeux et à des capteurs permettant d'évaluer les signes vitaux. La stimulation consistait en des

vidéos présentant des scènes naturelles et a été testée sur 37 participants en bonne santé dans l'unité de soins intensifs<sup>534</sup>. La stimulation par réalité virtuelle a entraîné une réduction de la fréquence cardiaque ( $p = 0,049$ ) et de la pression artérielle ( $p = 0,044$ ). Dans l'ensemble, la stimulation par réalité virtuelle a eu un effet relaxant, comme le montrent les marqueurs vitaux du stress physique (fréquence cardiaque et pression artérielle). Cette étude indique que la stimulation par réalité virtuelle est faisable et bénéfique pour les patients en unités de soins intensifs<sup>534</sup>.

Ces études faisant office de preuve de concept permettent de confirmer la faisabilité et l'innocuité de l'utilisation de la réalité virtuelle pour les patients de réanimation. Ces études ont démontré les effets bénéfiques pour les patients, cependant, l'impact de cette solution sur les symptômes d'inconfort n'a pas été évalué.

## 2) L'étude E-REA : présentation de la phase pilote E-CHOISIR

En 2019, l'effet d'un outil multimédia de distraction proposé au quotidien en vue d'améliorer le vécu des patients au sein d'un service de réanimation n'avait jamais été évalué. En réponse à cette insuffisance de preuves cliniques, l'étude E-REA a pour but de démontrer l'intérêt d'un outil multimédia de distraction afin d'améliorer le pronostic psychologique des patients de réanimation. Cette dernière propose, en addition de la prise en charge médicale traditionnelle, l'utilisation d'un outil de distraction ergonomique répondant au besoin des patients de réanimation, c'est à dire plaisant et ne demandant pas un effort de concentration ou d'attention. L'hypothèse derrière cette étude était que la mise en place au quotidien d'un outil multimédia de distraction est une méthode efficace pour réduire l'incidence des troubles psychologiques pouvant être attribués à un séjour en réanimation. La mise en place de cet outil permettrait également une amélioration du vécu du patient hospitalisé en réanimation, une meilleure réhabilitation cognitive et donc une amélioration du pronostic du patient (durée du séjour, mortalité). De plus, cette étude permettrait de proposer un modèle de promotion du retour à une vie sociale et professionnelle normale pour les patients issus des services de réanimation.

En considérant les recommandations et les différents outils à disposition, une étude pilote désignant l'outil qui aurait le plus fort impact sur l'inconfort global des patients de réanimation a été mise en place. Il s'agit de l'étude E-CHOISIR ([NCT04017299](https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT04017299)) qui avait pour but de comparer plusieurs techniques innovantes à disposition, à savoir : deux dispositifs de réalité virtuelle, la musicothérapie ainsi que l'utilisation de la radio ou de la télévision. Ces outils ont été testés et évalués afin de déterminer l'outil multimédia le plus favorable, qui sera ensuite testé dans la seconde phase du protocole (E-REA). Cette seconde phase se concentrera sur l'évaluation à grande ampleur des effets de l'outil multimédia de distraction choisit précédemment.

A l'heure actuelle, la seconde phase du protocole (E-REA) n'a pas encore démarré et seuls les résultats de la phase pilote (E-CHOISIR) ont été obtenus. Cette partie se concentre donc sur la présentation de la phase pilote (suivie lors de mon stage hospitalo-universitaire) et de ces résultats (sur la base des résultats exposés dans une étude publiée en 2022<sup>535</sup>).

## 2.1 – Objectifs

L'objectif primaire de l'étude pilote E-CHOISIR était de déterminer quel outil distracteur a le plus d'effet sur l'inconfort global des patients de réanimation.

Les objectifs secondaires de cette étude pilote sont les suivants :

- Évaluer l'effet sur la douleur de chacun des outils ;
- Évaluer l'effet sur l'anxiété de chacun des outils ;
- Évaluer l'effet sur dyspnée de chacun des outils ;
- Évaluer l'effet sur l'insomnie de chacun des outils ;
- Évaluer l'effet sur la soif de chacun des outils ;
- Évaluer quel outil est le plus apprécié par les patients de réanimation ;
- Évaluer le sentiment de « contrôle » ressenti par le patient ;
- Déterminer quel est l'outil préféré des patients.

## 2.2 – Méthodologie

### 2.2.1 – Type d'étude, nombre de personnes à inclure et randomisation

La phase pilote est une étude prospective randomisée en cross-over réalisée sur une période de 2 à 4 jours au cours de l'hospitalisation avec un suivi jusqu'à la fin du séjour en réanimation. Cette partie de l'étude étant monocentrique, les inclusions ont été effectuées dans un seul centre : le CHU de Montpellier.

Le nombre de sujets nécessaire pour cette étude a été déterminé de la manière suivante. Dans la mesure où il y a  $4 \times 3 \times 2 = 24$  séquences possibles de randomisation entre les 4 outils (deux dispositifs de réalité virtuelle, la musicothérapie et la radio/télévision), il a été proposé d'inclure à minima 2 sujets par séquences possibles. Ainsi, 60 sujets évaluant les 4 outils multimédia proposés ont été inclus dans cette étude.

Dans l'optique d'obtenir une allocation aléatoire des séquences d'évaluation des 4 outils, l'ordre de passation des outils testés a été randomisé.

## 2.2.2 – Population de l'étude

Les critères d'inclusion sont les suivants :

- Patient admis en réanimation,
- Patient majeur (18 ans ou plus),
- Patient francophone,
- Patient présentant un score de défaillance d'organe SOFA supérieur ou égal à 4.

Les critères non-inclusion sont les suivants :

- Patient issu d'un autre service de réanimation,
- Patient moribond,
- Patient avec une limitation ou arrêt des thérapeutiques actives (LATA),
- Patient sous traitement psychotique,
- Diagnostic de trouble cognitif précédant l'hospitalisation,
- Personne non affiliée ou bénéficiaire d'un régime de sécurité sociale,
- Refus de signer le consentement éclairé,
- Lésion cérébrale ayant motivé l'hospitalisation en réanimation (traumatisme, accident vasculaire cérébral...),
- Précaution d'hygiène limitant l'accès aux dispositifs externes (isolement ou contrindication à l'utilisation d'un casque liée à une chirurgie),
- Femmes enceintes ou allaitantes selon l'article L1121-5 du CSP,
- Personnes vulnérables selon l'article L1121-6 du CSP.

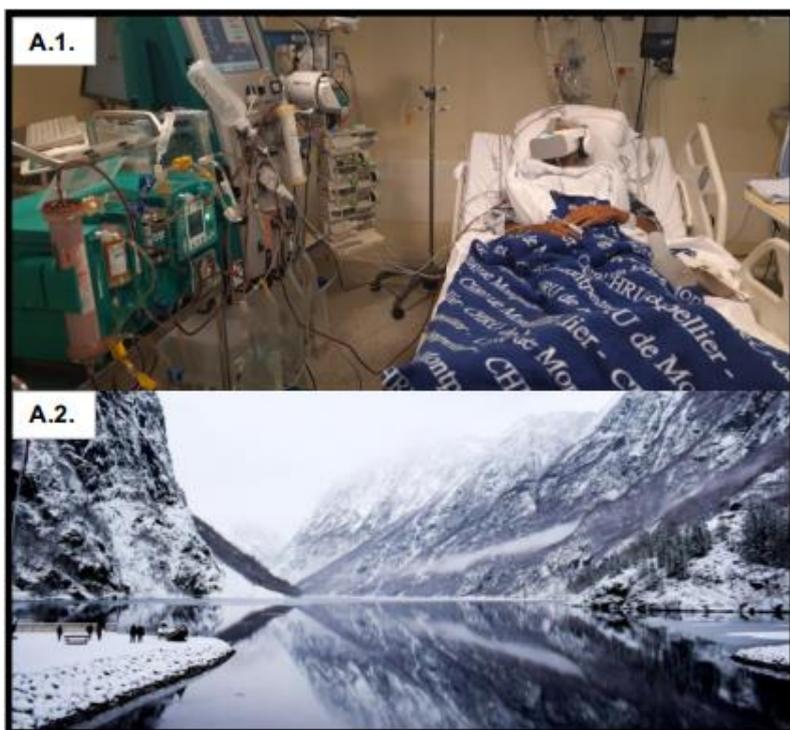
## 2.2.3 – Description des interventions

Après recueil du consentement de la personne se prêtant à la recherche, une enveloppe définissant l'ordre des différents types de distraction était révélée. Le patient avait alors le loisir de tester les 4 types de distractions étudiées à l'heure de son choix en respectant un minimum d'une heure entre 2 séances de distraction. Les 15 minutes de distraction ne devant pas être interrompues, les interventions médicales et paramédicales étaient limitées pendant cette période d'évaluation. Plusieurs paramètres étaient relevés avant et après chaque séance de relaxation.

Les différents types de distraction proposés étaient les suivants :

- Relaxation standard : Distraction à l'aide de 15 minutes de télévision ou de radio (disponible dans les chambres de réanimation du CHU de Montpellier). Le patient avait le choix du programme ou de la chaîne.
- Relaxation spécifique: Distraction à l'aide de 15 minutes de relaxation psychomusicale grâce au dispositif Music Care® (utilisant la séquence en U) et d'un casque audio. Le style de musique écouté était choisi par le patient parmi la gamme proposée par le logiciel.
- Relaxation spécifique : Distraction à l'aide de 15 minutes de réalité virtuelle par immersion dans une série de séquences filmées grâce au dispositif DeepSen® (Figure 15). Le dispositif est composé d'un casque de réalité virtuelle avec casque audio intégré. Le patient pouvait choisir parmi 4 vidéos proposées (Camargue, Montagne, Norvège, Inde) ainsi que le type de voix entendu s'il était choisi de rendre la séance directive (discours hypnotique). Le système offre une immersion lente et douce à travers les paysages et simule la présence physique du patient dans un environnement réel, existant hors milieu hospitalier.
- Relaxation spécifique : Distraction à l'aide de 15 minutes de réalité virtuelle dans un monde créé à partir d'images de synthèse grâce au dispositif Healthy Mind® (Figure 16). Le dispositif est constitué d'un logiciel relié à l'Oculus Rift® et d'un casque audio. Le patient pouvait choisir un environnement parmi les 4 proposés (Japon, Montagne, Neige) et avait la possibilité de le rendre interactif. Le système comprend des exercices de respiration basés sur des principes physiologiques avancés telle que la cohérence cardiaque.

Après l'évaluation des quatre dispositifs, une seconde étape qui concerne le reste du séjour en réanimation était alors possible. En effet chaque participant de l'étude avait la possibilité de demander, lorsqu'il le souhaitait, la distraction de son choix parmi les quatre dispositifs testés précédemment. L'objectif étant de déterminer quel outil était favorisé / préféré par chaque patient.



**A.1.** Patient de réanimation avec un casque de réalité virtuelle Deepsen®.

**A.2.** Environnement « Norvège » disponible avec le casque de réalité virtuelle Deepsen®.

Figure 15: **Dispositif Deepsen®**. D'après *Discomfort improvement for critically ill patients using electronic relaxation devices: results of the cross-over randomized controlled trial E-CHOISIR*. Merliot-Gailhoustet et al.<sup>535</sup>



**B.1.** Patient de réanimation avec un casque de réalité virtuelle Healthy Mind®.

**B.2.** Environnement « Japon » disponible avec le casque de réalité virtuelle Healthy Mind®.

Figure 16: **Dispositif Healthy Mind®**. D'après *Discomfort improvement for critically ill patients using electronic relaxation devices: results of the cross-over randomized controlled trial E-CHOISIR*. Merliot-Gailhoustet et al.<sup>535</sup>

## 2.2.4 – Critères de jugement

Le critère de jugement primaire de la phase pilote était la variation de l'inconfort global ressenti par le patient par une échelle visuelle numérique (EVN) prenant en compte les 5 symptômes suivants : douleur, anxiété, dyspnée, insomnie et soif.

Les critères de jugement secondaires étaient les suivants :

- Variation de la douleur mesurée par une EVN,
- Variation de l'anxiété mesurée par une EVN,
- Variation de la dyspnée mesurée par une EVN,
- Variation de l'insomnie mesurée par une EVN,
- Variation de la soif mesurée par une EVN,
- Variation des paramètres physiologiques (fréquence cardiaque et sa variabilité, fréquence respiratoire, pression artérielle),
- Évaluation de l'effet distracteur ressenti par chaque patient grâce à une EVN,
- Évaluation du vertige visuospatial ressenti par chaque patient grâce à une EVN,
- Évaluation de l'impression de contrôle par une question fermée et une EVN (« Avez-vous eu le sentiment d'avoir du contrôle dans votre prise en charge ? »),
- Évaluation de la faisabilité par l'équipe soignante grâce à une EVN,
- Évaluation de l'outil utilisé après les 4 tests et la fréquence d'utilisation.

## 2.3 – Résultats

Les résultats de l'étude pilote E-CHOISIR sont présentés et analysés dans l'étude de Merliot-Gailhoustet et al. publiée en septembre 2022<sup>535</sup> et sont exposés dans cette partie.

| Symptoms                               | Type of relaxative techniques |           |              |           |               |           |                   |           |
|--|-------------------------------|-----------|--------------|-----------|---------------|-----------|-------------------|-----------|
|  | STANDARD                      |           | MUSIC CARE © |           | VR DEEPPSEN © |           | VR HEALTHY MIND © |           |
| <b>NRS Overall Discomfort</b>          |                               |           |              |           |               |           |                   |           |
| BEFORE                                 | 4                             | [2;6]     | 4            | [2;6]     | 5             | [2;6]     | 4                 | [2;6]     |
| AFTER                                  | 4                             | [2;5]     | 2,5          | [1;5]     | 4             | [1,5;5]   | 2                 | [0;5]     |
| p                                      | 0,27                          |           | 0,06         |           | 0,21          |           | 0,02              |           |
| <b>NRS Pain</b>                        |                               |           |              |           |               |           |                   |           |
| BEFORE                                 | 2                             | [0;5]     | 2            | [0;5]     | 3             | [0;5]     | 2,5               | [0;5]     |
| AFTER                                  | 2                             | [0;5]     | 1            | [0;5]     | 2             | [0;4]     | 1                 | [0;4]     |
| p                                      | 0,7                           |           | 0,45         |           | 0,3           |           | 0,12              |           |
| <b>NRS Anxiety</b>                     |                               |           |              |           |               |           |                   |           |
| BEFORE                                 | 2,5                           | [0;5]     | 3            | [0;5]     | 3             | [0;5]     | 3                 | [0;5]     |
| AFTER                                  | 2                             | [0;4]     | 2            | [0;5]     | 1             | [0;4]     | 1,7               | [0;4]     |
| p                                      | 0,52                          |           | 0,32         |           | 0,03          |           | 0,05              |           |
| <b>NRS Thirst</b>                      |                               |           |              |           |               |           |                   |           |
| BEFORE                                 | 6                             | [1;9]     | 6            | [1;8]     | 5             | [1;8]     | 4                 | [0;7]     |
| AFTER                                  | 6                             | [0;8]     | 5            | [1;8]     | 4             | [0;8]     | 4                 | [0;6]     |
| p                                      | 0,68                          |           | 0,53         |           | 0,38          |           | 0,93              |           |
| <b>NRS Dyspnea</b>                     |                               |           |              |           |               |           |                   |           |
| BEFORE                                 | 1,5                           | [0;5]     | 2            | [0;5;5]   | 2             | [0;5]     | 2                 | [0;4]     |
| AFTER                                  | 1                             | [0;4]     | 1            | [0;4]     | 2             | [0;5]     | 0,5               | [0;4]     |
| p                                      | 0,89                          |           | 0,13         |           | 0,44          |           | 0,5               |           |
| <b>NRS Lack of Rest</b>                |                               |           |              |           |               |           |                   |           |
| BEFORE                                 | 4                             | [2;6]     | 5            | [2;7]     | 5             | [3;8]     | 5                 | [3;8]     |
| AFTER                                  | 4                             | [1;6]     | 4            | [0;5]     | 2             | [1;5]     | 3,5               | [2;5]     |
| p                                      | 0,49                          |           | 0,05         |           | < 0,01        |           | 0,02              |           |
| <b>ANI and physiological variables</b> |                               |           |              |           |               |           |                   |           |
| <b>ANI</b>                             |                               |           |              |           |               |           |                   |           |
| BEFORE                                 | 62                            | [48;85]   | 66           | [56;82]   | 72            | [53;80]   | 67                | [51;80]   |
| AFTER                                  | 69                            | [51;82]   | 82           | [65;93]   | 80            | [70;98]   | 91                | [70;98]   |
| p                                      | 0,45                          |           | < 0,01       |           | < 0,01        |           | < 0,01            |           |
| <b>Heart Rate (/min)</b>               |                               |           |              |           |               |           |                   |           |
| BEFORE                                 | 89                            | [81;102]  | 88           | [80;102]  | 87            | [78;99]   | 88                | [77;100]  |
| AFTER                                  | 92                            | [79;102]  | 85           | [81;101]  | 84            | [74;98]   | 92                | [80;97]   |
| p                                      | 0,88                          |           | 0,68         |           | 0,51          |           | 0,69              |           |
| <b>Respiratory Rate (/min)</b>         |                               |           |              |           |               |           |                   |           |
| BEFORE                                 | 21                            | [18;24]   | 20           | [17;26]   | 20            | [17;25]   | 21                | [16;27]   |
| AFTER                                  | 22                            | [18;27]   | 19           | [15;24]   | 21            | [17;26]   | 20                | [16;24]   |
| p                                      | 0,74                          |           | 0,34         |           | 0,81          |           | 0,14              |           |
| <b>Systolic blood Pressure ( mmHg)</b> |                               |           |              |           |               |           |                   |           |
| BEFORE                                 | 134                           | [120;144] | 128          | [117;154] | 136           | [121;151] | 134               | [118;146] |
| AFTER                                  | 133                           | [119;146] | 127          | [113;143] | 137           | [120;151] | 131               | [115;148] |
| p                                      | 0,99                          |           | 0,51         |           | 0,86          |           | 0,82              |           |
| <b>Diastolic Blood Pressure (mmHg)</b> |                               |           |              |           |               |           |                   |           |
| BEFORE                                 | 72                            | [66;82]   | 71           | [62;82]   | 70            | [62;81]   | 73                | [66;82]   |
| AFTER                                  | 72                            | [64;79]   | 66           | [61;77]   | 75            | [61;84]   | 71                | [62;81]   |
| p                                      | 0,52                          |           | 0,18         |           | 0,38          |           | 0,65              |           |

Figure 17: *Symptômes d'inconfort, ANI et variables physiologiques enregistrés avant et après les quatre séances de relaxation.* D'après Discomfort improvement for critically ill patients using electronic relaxation devices: results of the cross-over randomized controlled trial E-CHOISIR. Merliot-Gailhoustet et al.<sup>535</sup>

|                             |                  | Gain estimate | p            |
|-----------------------------|------------------|---------------|--------------|
| <b>Overall discomfort</b>   | MUSIC CARE®      | -0,4          | 0,25         |
|                             | VR DEEPESEN®     | -0,1          | 0,85         |
|                             | VR HEALTHY MIND® | -0,8          | <b>0,01</b>  |
|                             | STANDARD         | 0             | -            |
| <b>Pain</b>                 | MUSIC CARE®      | -0,3          | 0,23         |
|                             | VR DEEPESEN®     | -0,3          | 0,19         |
|                             | VR HEALTHY MIND® | -0,8          | <b>0,001</b> |
|                             | STANDARD         | 0             | -            |
| <b>Anxiety</b>              | MUSIC CARE®      | -0,1          | 0,7          |
|                             | VR DEEPESEN®     | -0,9          | <b>0,001</b> |
|                             | VR HEALTHY MIND® | -0,8          | <b>0,004</b> |
|                             | STANDARD         | 0             | -            |
| <b>Thirst</b>               | MUSIC CARE®      | 0,0           | 0,88         |
|                             | VR DEEPESEN®     | 0,0           | 0,93         |
|                             | VR HEALTHY MIND® | -0,3          | 0,45         |
|                             | STANDARD         | 0             | -            |
| <b>Dyspnea</b>              | MUSIC CARE®      | -0,6          | <b>0,057</b> |
|                             | VR DEEPESEN®     | -0,3          | 0,42         |
|                             | VR HEALTHY MIND® | -0,3          | 0,39         |
|                             | STANDARD         | 0             | -            |
| <b>Lack of rest feeling</b> | MUSIC CARE®      | -0,7          | 0,26         |
|                             | VR DEEPESEN®     | -1,6          | <b>0,01</b>  |
|                             | VR HEALTHY MIND® | -1,2          | 0,07         |
|                             | STANDARD         | 0             | -            |

|                                 |                  | Gain estimate | p            |
|---------------------------------|------------------|---------------|--------------|
| <b>ANI</b>                      | MUSIC CARE®      | 0,7           | 0,87         |
|                                 | VR DEEPESEN®     | 8,5           | <b>0,07</b>  |
|                                 | VR HEALTHY MIND® | 13            | <b>0,006</b> |
|                                 | STANDARD         | 0             | -            |
| <b>Heart rate</b>               | MUSIC CARE®      | 0,1           | 0,39         |
|                                 | VR DEEPESEN®     | -0,5          | 0,75         |
|                                 | VR HEALTHY MIND® | 1,0           | 0,47         |
|                                 | STANDARD         | 0             | -            |
| <b>Systolic blood pressure</b>  | MUSIC CARE®      | 2,2           | 0,7          |
|                                 | VR DEEPESEN®     | 2,1           | 0,5          |
|                                 | VR HEALTHY MIND® | 2,2           | 0,8          |
|                                 | STANDARD         | -             | -            |
| <b>Diastolic blood pressure</b> | MUSIC CARE®      | -2            | 0,2          |
|                                 | VR DEEPESEN®     | 1,8           | 0,2          |
|                                 | VR HEALTHY MIND® | -0,3          | 0,8          |
|                                 | STANDARD         | 0             | -            |
| <b>Respiratory rate</b>         | MUSIC CARE®      | -1            | 0,4          |
|                                 | VR DEEPESEN®     | 0,5           | 0,65         |
|                                 | VR HEALTHY MIND® | -2            | 0,12         |
|                                 | STANDARD         | 0             | -            |

Figure 18: **Modèle à effets mixtes multivariés - Avantages des techniques de relaxation électronique spécifiques par rapport à la relaxation standard.** D'après Discomfort improvement for critically ill patients using electronic relaxation devices: results of the cross-over randomized controlled trial E-CHOISIR. Merliot-Gailhoustet et al.<sup>535</sup>

### 2.3.1 – Impact des séances de relaxation sur l'inconfort global des patients (critère de jugement primaire)

Merliot-Gailhoustet et al. indiquent que le système de réalité virtuelle Healthy Mind a été associé à une diminution significative de l'inconfort global. En effet, sur la Figure 17 on remarque que la médiane EVN est passée de 4 [2-6] avant la séance à 2 [0-5] après la séance (p=0.02). De plus, les auteurs montrent que le système de réalité virtuelle Healthy Mind était la seule technique de relaxation associée à une diminution significative de l'inconfort global par rapport à la relaxation standard. En revanche, les deux autres techniques de relaxation spécifiques (Deepsen et Music Care) et la relaxation standard (radio/télévision) n'ont pas été associées à des changements significatifs de l'inconfort global des patients<sup>535</sup>.

### 2.3.2 – Impact des séances de relaxation sur les 5 symptômes d'inconfort étudiés (critères de jugement secondaires)

Merliot-Gailhoustet et al. révèlent que les deux dispositifs de réalité virtuelle ont entraîné une modification significative des mesures de l'anxiété et de l'insomnie. En effet, avec le système Healthy Mind, une diminution de l'EVN de 3 à 1.7 ( $p=0.05$ ) pour l'anxiété et de 5 à 3.5 ( $p=0.02$ ) pour l'insomnie ont été observées (Figure 17). Pour le système Deepesen, les mesures sont passées de 3 à 1 ( $p=0.03$ ) pour l'anxiété et de 5 à 3 ( $p<0.01$ ) pour l'insomnie (Figure 17). Avec la musicothérapie, seul l'insomnie a diminué de manière significative (5 à 4 ;  $p=0,05$ ) (Figure 17). Les auteurs affirment également que l'intensité des cinq symptômes n'était pas significativement différente avant et après la séance de relaxation standard. D'autre part, comme en témoigne également la Figure 17, l'intensité des autres symptômes (douleur, soif et dyspnée) n'a pas été modifiée de manière significative après les séances de relaxation (spécifiques ou standard)<sup>535</sup>. Néanmoins, il a été démontré que le système de réalité virtuelle Healthy Mind a été associé à une réduction de l'intensité de la douleur et de l'anxiété de 0,8 point par rapport à la relaxation standard ( $p=0,001$  et  $0,004$  respectivement). De façon similaire, le système de réalité virtuelle Deepesen a été associé à une réduction de l'anxiété de 0,9 point ( $p=0,004$ ) et à une réduction de l'insomnie de 1,6 point ( $p=0,01$ ) par rapport à la relaxation standard (Figure 18)<sup>535</sup>.

### 2.3.3 – Impact sur l'indice d'analgésie et de nociception (critère de jugement secondaire exploratoire)

Dans cette étude, Merliot-Gailhoustet et al. indiquent que l'Analgesia Nociception Index (ANI) a augmenté de manière significative après chaque séance de relaxation spécifique. En effet, sur la Figure 17 on constate que pour le système de réalité virtuelle Healthy Mind, l'ANI est passé de 67 [51;80] avant distraction à 91 [70;98] après ( $p<0.01$ ). Pour le système Deepesen, l'ANI est passé de 72 [53;80] avant à 80 [70;98] après ( $p<0,01$ ) et pour Music Care, l'ANI est passé de 66 [56;82] avant à 82 [65;93] après ( $p<0,01$ ). En revanche, aucune augmentation significative n'a été observé par la relaxation standard. D'ailleurs, la Figure 18 montre un gain d'estimation de +13 pour le système Healthy Mind par rapport à la relaxation standard ( $p<0,01$ ), de +8,5 pour le système Deepesen ( $p=0.07$ ), et de +0,7 pour le système Music Care ( $p=0,87$ )<sup>535</sup>.

### 2.3.4 – Effets secondaires

Dans cette étude, la sensation de vertige après les séances de relaxation a été évaluée. Pour toutes les techniques de relaxation, Merliot-Gailhoustet et al. indiquent que le cybermalaise a été rarement observé. En effet, dans la population étudiée, 5 patients sur 56 (9%) ont rapporté un EVN  $\geq 4$  pour les vertiges après une session avec le système Deepesen, 2 patients sur 53 (4%) après une séance avec le système Healthy Mind, 1 patient sur 54 (2%) après une séance de radio/télévision et aucun après la relaxation Music Care<sup>535</sup>. Du point de vue des incidents, 3 patients ont rapportés des événements pendant les séances de réalité virtuelle. Merliot-Gailhoustet et al. identifient un épisode de claustrophobie au cours de la première séance, et deux déplacements du casque (tachypnée/dyspnée et agitation). En revanche, il est important de noter qu'aucun autre effet secondaire grave n'a été observé dans cette étude<sup>535</sup>.

### 2.3.5 – Faisabilité

Etant donné que les membres de l'équipe de recherche étaient présents pour la mise en place et la configuration des dispositifs de relaxation, leur ressenti sur la faisabilité de la mise en place a été évaluée. Pour les dispositifs de relaxation spécifique et la relaxation standard, la mise en place et l'utilisation ont été évaluées comme faciles (médiane EVN = 10 [10;10] pour le standard ; 10 [9;10] pour Music Care ; 10 [8;10] pour Deepesen ; 10 [8;10] pour Healthy Mind). Merliot-Gailhoustet et al. affirment également que certains patients ont très rapidement appris à se servir des dispositifs et ont pu les utiliser en toute autonomie après la fin du protocole de recherche<sup>535</sup>.

## 2.4 – Discussion et conclusion

Cette étude constitue la première étude comparative interventionnelle randomisée dans laquelle la réalité virtuelle a été utilisée pour améliorer les symptômes des patients en réanimation. Bien que les résultats soient différents selon les symptômes et selon les outils, cette étude confirme la place importante de la thérapie de relaxation électronique en réanimation. En effet, le système de réalité virtuelle avec les images de synthèse (Healthy Mind) a permis d'améliorer significativement l'inconfort général, l'anxiété et

l'insomnie. Le système avec les images réelles (DeepSen) a entraîné une amélioration significative de l'anxiété et de l'insomnie. La relaxation à l'aide de la musicothérapie (Music Care) a significativement amélioré l'insomnie. Les principales conclusions sont que la réalité virtuelle peut être un outil efficace, sûr et réalisable pour améliorer l'inconfort général, la douleur, l'anxiété et le manque de repos. Les auteurs précisent que les différences de résultats entre les deux dispositifs de réalité virtuelle sont probablement dues à des différences liées aux dispositifs (types d'images, sons, ergonomie) ou à des différences liées aux patients (préférence pour les images réelles ou générées par ordinateur). Merliot-Gailhoustet et al. indiquent également que l'amélioration de l'ANI après chacune des séances de relaxation spécifique apportent des résultats probants. Pour rappel, des valeurs faibles de l'ANI sont observées en cas d'émotions désagréables (stress, douleur, anxiété), tandis que les valeurs élevées sont observées en cas d'analgésie ou de confort. L'augmentation importante de la valeur de cet indicateur reflète donc une amélioration du confort des patients après les séances de relaxation spécifiques.

Merliot-Gailhoustet et al. concluent que cette première étude portant sur différents dispositifs de réalité virtuelle, comparés à la relaxation standard et à la musicothérapie seule, montre que la réalité virtuelle avec des images générées par ordinateur améliore l'inconfort général des patients en réanimation et réduit la réponse physiologique au stress. D'après les auteurs, les résultats montrent que la thérapie électronique non pharmacologique est une thérapie sûre pour améliorer la souffrance des patients de réanimation, sans effet indésirable grave et facile à mettre en place<sup>535</sup>. Merliot-Gailhoustet et al. affirment néanmoins que d'autres études avec des échantillons plus importants et des populations plus diversifiées sont nécessaires pour corroborer ces résultats<sup>535</sup>.

### 3) État actuel des connaissances

Depuis la rédaction du protocole E-REA, plusieurs études évaluant l'intérêt de la réalité virtuelle en tant qu'outil de distraction au service des patients de réanimation ont été publiées. Nombre d'entre elles démontrent la place importante de cette technologie immersive et confirment son efficacité pour améliorer l'expérience et lutter contre l'inconfort des patients de réanimation. En 2022, Hill et al. publient une revue du champ d'application de la réalité virtuelle en réanimation et exposent des bénéfices potentiels sur la relaxation, le délire et le sommeil des patients<sup>536</sup>. En effet, plusieurs études témoignent de l'utilité de cette technologie pour réduire l'anxiété des patients. Gerber et al. montrent par exemple que la fréquence respiratoire a diminué de manière significative pendant la stimulation par réalité virtuelle, témoignant ainsi de son effet relaxant<sup>537</sup>. De leur côté, Ong et al. affirment que la réalité virtuelle méditative a amélioré l'expérience des patients en réduisant les niveaux d'anxiété et de dépression<sup>538</sup>. Dans une cohorte de 15 patients de réanimation soumis à une session de réalité virtuelle montrant une scène de plage relaxante et des effets sonores imitant la nature, 71% des patients ont constaté une amélioration de leur niveau d'anxiété<sup>539</sup>. Une étude conduite dans un service de réanimation pédiatrique révèle que 92% des parents ont déclaré que la réalité virtuelle calmait leur enfant. De plus, parmi les 115 enfants qui ont été inclus, 78% l'ont estimé comme une technologie apaisante et relaxante<sup>540</sup>. Une étude de cas a été réalisée sur un patient atteint du COVID-19 et souffrant d'un syndrome de stress post-traumatique, d'anxiété et de dépression. Une semaine après la séance réalité virtuelle, les niveaux de SSPT, d'anxiété et de dépression s'étaient normalisés et sont restés normalisés jusqu'à 6 mois après la sortie de l'hôpital<sup>541</sup>. Il a également été démontré que la réalité virtuelle avait un effet positif sur le sommeil des patients de réanimation. Un essai contrôlé randomisé visant à étudier l'effet de la méditation en réalité virtuelle sur la qualité du sommeil a été mené sur 48 patients d'une unité de réanimation cardiaque. Le groupe expérimental a fait état d'une qualité subjective du sommeil nettement supérieure à celle du groupe témoin. De plus, bien que le temps de sommeil total et le temps de sommeil léger ne différaient pas entre les groupes, le temps d'éveil était plus court, le temps de sommeil profond plus long et l'efficacité du sommeil était significativement plus élevée dans le groupe expérimental<sup>542</sup>. Concernant le délire, aucune étude publiée pour le moment n'a révélé d'impact bénéfique de la thérapie par la réalité virtuelle. En revanche,

certaines équipes de recherche s'y intéressent et sont optimistes quant aux résultats attendus. Le protocole d'un essai contrôlé randomisé a été publié en 2021 et l'hypothèse de cette étude est qu'une stimulation de réalité virtuelle permettrait aux participants d'être isolés des perturbations rencontrées en réanimation et donc de réduire l'incidence du délire<sup>543</sup>. De façon similaire, Suvajdzic et al. proposent un système de réalité virtuelle et font l'hypothèse qu'il serait en mesure de réduire l'occurrence et la durée du délire en réanimation<sup>544</sup>. Pour finir, il a également été mis en évidence que la réalité virtuelle permettait de soulager la douleur des patients. Par exemple, Hoffman et al. affirment que la réalité virtuelle immersive peut aider à réduire la douleur des enfants pendant le nettoyage de brûlures sévères en soins intensifs<sup>545</sup>. Néanmoins, certaines études exposent des résultats divergents. Par exemple, Jawed et al. indiquent que 57% des patients n'ont pas constaté de changement au niveau de la douleur ou de la gêne<sup>539</sup>. De façon similaire, Ong et al. affirment qu'aucune preuve tangible d'un impact significatif sur la douleur n'a été apportée<sup>538</sup>. Des études supplémentaires sont nécessaires afin de confirmer l'intérêt de la réalité virtuelle pour soulager la douleur des patients en réanimation. En comparaison avec les techniques de prise en charge traditionnelles de la douleur, la réalité virtuelle présente des résultats peu favorables. L'efficacité de la réalité virtuelle a été comparé à celle d'un anesthésique (mélange équimolaire de protoxyde d'azote et d'oxygène, Kalinox®) pour la gestion de la douleur lors du retrait d'un drain thoracique. Après le retrait du drain, les patients du groupe réalité virtuelle présentaient une douleur plus élevée que les patients du groupe Kalinox®. Les auteurs affirment également que, sur la base de l'ANI, il n'est pas possible de prouver la non-infériorité de la réalité virtuelle par rapport au Kalinox®<sup>546</sup>. En 2022, une étude a été menée afin de comparer et combiner les bénéfices de l'hypnose et de la réalité virtuelle pour réduire l'anxiété et la douleur avant et après une chirurgie cardiaque. Au total, 100 patients ont été inclus et répartis aléatoirement entre 4 groupes (contrôle, hypnose, réalité virtuelle, hypnose + réalité virtuelle). Les résultats n'ont pas montré de différences significatives entre les groupes. Les auteurs affirment donc qu'il n'est pas possible de conclure sur la supériorité de l'une des techniques<sup>547</sup>. Dans un contexte de gestion de la douleur, la réalité virtuelle ne peut donc pas se substituer aux méthodes de prise en charge conventionnelles. L'inconfort perçu en réanimation étant susceptible d'entraver les facultés cognitives des patients, des études se sont également intéressées à l'intérêt de la réalité virtuelle pour les préserver. Dans ce contexte, Gerber et al. affirment que la

réalité virtuelle permet de réduire la surcharge sensorielle et la privation chez les patients en situation critique et donc de prévenir les effets neurocognitifs tardifs<sup>548</sup>. De leur côté, Navarra-Ventura et al. suggèrent que la stimulation neurocognitive par la réalité virtuelle peut contribuer à améliorer les résultats de la mémoire de travail à court terme chez les patients survivants à un séjour en réanimation<sup>549</sup>. Une étude conduite sur 33 patients en service de réanimation cardiaque révèle que ces derniers se sont mieux rappelés des séances de réalité virtuelle que du reste du séjour<sup>537</sup>.

Pour les patients de réanimation, la thérapie par exposition à la réalité virtuelle présente de nombreux avantages. Premièrement, il s'agit d'une méthode simple à mettre en place avec une acceptabilité élevée. En effet, Ong et al. indiquent que cette technologie a été facilement mise en œuvre et bien accueillie par les patients de réanimation<sup>538</sup>. De plus, Gerber et al. affirment que la technologie immersive a été bien acceptée par les patients<sup>537</sup>. Ensuite, elle est identifiée comme une solution source de satisfaction et de motivation pour les patients. Dans l'étude de Jawed et al. 79% des patients ont évalué leur expérience globale à 3 ou plus (5 indiquant qu'ils l'ont beaucoup appréciée)<sup>539</sup>. Des résultats similaires sont obtenus dans l'étude de Badke et al. qui montre que 83% des participants ont souri, 36% ont ri et 72% ont fait des commentaires positifs suite à l'utilisation de la réalité virtuelle<sup>540</sup>. Dans une étude évaluant la faisabilité d'un jeu de réalité virtuelle pour la mobilisation précoce des patients en réanimation pédiatrique, les auteurs démontrent que cette méthode d'apprentissage motive les patients à s'engager davantage dans la thérapie<sup>550</sup>. Pour Salem et Elokda, l'utilisation des systèmes de jeux de réalité virtuelle dans la rééducation pédiatrique permet aux enfants de participer à un programme d'exercice amusant, plaisant, ludique, attrayant et offrant la possibilité d'améliorer les activités physiques<sup>551</sup>. Cette satisfaction des patients se fait également ressentir vis-à-vis des soins prodigués en réanimation. En effet, Vlaker et al. affirment que la réalité virtuelle en réanimation est une méthode innovante, faisable et acceptable, qui permet d'améliorer la satisfaction et l'évaluation des soins et d'accroître la qualité perçue de ces soins<sup>552</sup>. Par ailleurs, les dispositifs utilisés pour les séances immersives offrent une ergonomie satisfaisante et adéquate pour cette population de patients. Jawed et al. montrent par exemple que 86% des patients ont estimé que les casques étaient modérément ou très confortables<sup>539</sup>. D'ailleurs, l'adéquation de l'ergonomie est confirmée par les professionnels de santé impliqués dans la mise en place de ces

dispositifs. D'après Jawed et al., tous les prestataires de soins ont jugé le casque au moins modérément confortable et ont conclu que la thérapie par réalité virtuelle devrait être disponible pour leurs patients<sup>539</sup>. Pour finir, il est important de préciser que dans un contexte contraignant comme celui de la réanimation, peu d'effets indésirables sont associés à l'utilisation de la réalité virtuelle. En effet, Jawed et al. affirment que, suite à l'utilisation de la réalité virtuelle, les effets secondaires étaient minimes<sup>539</sup>. Lai et al. arrivent à la même conclusion étant donné qu'il n'y a pas eu d'effets indésirables graves après les séances<sup>550</sup>.

Dans cet environnement complexe qu'est la réanimation, l'utilisation de la réalité virtuelle possède un potentiel prometteur certain. La faisabilité et la sécurité de son utilisation ont été largement démontrées. En revanche, la littérature s'accorde à dire qu'une évaluation plus approfondie de l'efficacité de cette technologie est nécessaire avant de pouvoir formuler des recommandations cliniques. La réalité virtuelle appliquée aux patients de réanimation est encore à un stade de développement précoce, ne permettant pas une utilisation comme pratique de routine. Cependant, les premières données suggèrent que cette thérapie immersive est bien acceptée et tolérée par les patients de réanimation et permet de lutter efficacement contre l'anxiété et les troubles du sommeil.

## Conclusion générale

De nos jours, les unités de réanimation ne sont plus seulement considérées comme des lieux de soins mais comme des lieux de vie où il est nécessaire de tenir compte du passé, du présent et de l'avenir des patients. Outre les considérations éthiques, s'intéresser au bien-être des patients en situation critique présente de nombreux avantages. En effet, tout au long de leur séjour en réanimation, les patients sont confrontés à de multiples agressions, sources d'inconforts physique et psychique. Ces nuisances peuvent avoir un impact significatif sur leurs facultés cognitives entraînant des répercussions à court et à long terme sur leur bien-être et leur qualité de vie. De ce fait, la réhabilitation des patients devient une préoccupation majeure et leur qualité de vie est de plus en plus anticipée lors des soins prodigués en réanimation. Dans ces unités, l'amélioration des pratiques de soins a permis d'augmenter les chances de survie des patients. Face aux limitations des techniques de prise en charge conventionnelles, de nouvelles stratégies sont recommandées pour promouvoir le maintien des facultés cognitives des patients et anticiper leur retour à la vie « normale ».

En tant que technologie émergente, la réalité virtuelle a connu une évolution rapide et s'est imposée dans divers secteurs. Dans le domaine de la santé, elle a montré des résultats prometteurs, tant dans la formation médicale que dans la prise en charge des patients, notamment en termes de gestion de la douleur, de thérapie pour les troubles mentaux, de rééducation et de bien-être. En tant qu'outil complémentaire à la prise en charge en réanimation, cette dernière pourrait jouer un rôle essentiel en offrant une alternative non pharmacologique pour soulager l'inconfort des patients et favoriser leur bien-être psychophysique. L'étude E-REA, menée spécifiquement en réanimation, a exploré l'utilisation de la réalité virtuelle comme outil de distraction pour atténuer l'inconfort des patients. La phase pilote E-CHOISIR a fourni des résultats encourageants, soulignant l'efficacité potentielle de cette approche innovante. Néanmoins, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour approfondir la compréhension de l'impact spécifique de la réalité virtuelle sur les patients en réanimation, en considérant notamment les différentes pathologies et situations cliniques.

Pour l'avenir, il est essentiel de surmonter les obstacles technologiques, ergonomiques et d'accessibilité pour permettre une intégration plus large et réussie de la réalité virtuelle dans la prise en charge des patients en réanimation. Des collaborations interdisciplinaires entre professionnels de la santé, experts en réalité virtuelle et chercheurs sont nécessaires pour développer des applications spécifiques, adaptées aux besoins et aux contraintes de ce contexte particulier. En somme, cette recherche contribue à mettre en lumière le potentiel de la réalité virtuelle pour améliorer le confort des patients en réanimation, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives pour l'avenir de la prise en charge médicale. En combinant les avancées technologiques avec une approche centrée sur le patient, il est possible d'envisager un futur où la réalité virtuelle deviendra un outil incontournable dans l'amélioration continue des pratiques médicales et dans l'évolution positive de la prise en charge des patients en réanimation.

Au-delà des bénéfices pour les patients, il est important de considérer l'intérêt potentiel de cette technologie immersive pour améliorer le bien-être des professionnels de santé en réanimation. Ces derniers sont souvent confrontés à un environnement exigeant et stressant, et leur bien-être et santé mentale peuvent être affectés par ces conditions de travail extrêmes. L'introduction de la réalité virtuelle comme moyen de relaxation pourrait s'avérer bénéfique pour les professionnels de santé en réanimation. Des programmes de relaxation et de méditation virtuels sont d'ailleurs développés pour offrir aux professionnels des moments de détente et de décompression pendant leurs heures de travail. Dans ce contexte, Nijland et al. ont mené une étude afin d'évaluer l'impact de séances de relaxation de réalité virtuelle sur des infirmières de réanimation. Les résultats sont encourageant puisque 62% des participants ont estimé la réalité virtuelle utile pour réduire le stress. Les auteurs affirment également qu'il s'agit d'une intervention efficace induisant un état affectif positif et réduisant le stress perçu par les professionnels de santé<sup>553</sup>. Pendant la pandémie de COVID-19, le personnel médical des unités de réanimation devait faire face à des conditions de travail exceptionnellement intenses et éprouvantes, avec un afflux massif de patients en situation critique et une pression pour fournir des soins de qualité tout en assurant la sécurité de tous. Avec l'avènement de ces pathologies critiques, l'utilisation de la réalité virtuelle pour améliorer le bien-être des professionnels de santé s'avère d'autant plus pertinente.

En intégrant la réalité virtuelle dans la prise en charge globale en réanimation il serait alors possible d'améliorer l'efficacité des soins et de créer un environnement plus serein et propice à une meilleure qualité de vie pour tous les acteurs impliqués. En conclusion, cette thèse soulève des questions passionnantes et encourageantes quant aux applications potentielles de la réalité virtuelle pour soulager à la fois les patients et les professionnels de santé en réanimation. Elle incite à poursuivre les recherches dans ce domaine émergent et à envisager une approche holistique de la prise en charge, mettant l'accent sur le bien-être de tous les individus concernés par ce contexte médical exigeant.

À l'horizon des avancées médicales et technologiques, il est fascinant d'observer comment la réalité virtuelle, autrefois confinée au domaine du divertissement, émerge aujourd'hui en tant que force motrice au sein de la santé. Dans un avenir où les frontières entre technologie et médecine s'estompent de plus en plus, la réalité virtuelle tend à jouer un rôle central en remodelant la manière dont nous percevons, traitons et prévenons les maladies. Avec un marché mondial estimé à 12 milliards de dollars en 2025<sup>554</sup>, les technologies de réalité virtuelle et de réalité augmentée se profilent comme une révolution incontournable dans le domaine de la santé. Cependant, derrière cette promesse se cachent des défis éthiques, techniques et cliniques qui nécessitent une réflexion approfondie. Ainsi, il est impératif d'explorer les multiples facettes de l'intégration de la réalité virtuelle en santé, en saisissant à la fois ses opportunités révolutionnaires et les questions cruciales qu'elle soulève pour l'avenir des soins médicaux.

## Références bibliographiques

1. Les maladies qui mènent en réanimation. *Fonds 101* <https://one-one.eu/fr/maladies-reanimation>.
2. atih\_chiffres\_cles\_h\_2021\_.pdf.
3. Fourrier, F. *et al.* Structures et organisation des unités de réanimation: 300 recommandations. *Réanimation* **21**, 523–539 (2012).
4. Les techniques de réanimation. *Médecine Intensive Réanimation* <https://reamondor.aphp.fr/familles/les-techniques-de-reanimation/>.
5. Référentiel de compétences et d'aptitudes du médecin réanimateur. *Réanimation* **20**, 705–724 (2017).
6. Les différentes méthodes d'oxygénothérapie - illustrations médicales - Infectiologie. <https://www.docdeclic.fr/planches/les-differentes-methodes-doxygenotherapie>.
7. van de Leur, J. P. *et al.* Discomfort and factual recollection in intensive care unit patients. *Crit. Care* **8**, R467–R473 (2004).
8. Donati, A., Damiani, E., Adrario, E., Romano, R. & Pelaia, P. Pain and discomfort management during central venous catheter insertion. *Indian J. Crit. Care Med. Peer-Rev. Off. Publ. Indian Soc. Crit. Care Med.* **18**, 417–418 (2014).
9. van de Leur, J. P. *et al.* Discomfort and factual recollection in intensive care unit patients. *Crit. Care* **8**, R467–R473 (2004).
10. Pochard, F. *et al.* Subjective psychological status of severely ill patients discharged from mechanical ventilation. *Clin. Intensive Care Int. J. Crit. Coron. Care Med.* **6**, 57–61 (1995).
11. Dale, C. M. *et al.* Recall of pain and discomfort during oral procedures experienced by intubated critically ill patients in the intensive care unit: A qualitative elicitation study. *Can. J. Pain Rev. Can. Douleur* **4**, 19–28 (2020).
12. Journet, J. La douleur en dialyse. *J. Mal. Vasc.* **40**, 96 (2015).
13. Wilson, M. Causes and management of indwelling urinary catheter-related pain. *Br. J. Nurs. Mark Allen Publ.* **17**, 232–239 (2008).
14. le\_drain\_pleural.pdf.
15. Puntillo, K. A. *et al.* Patients' perceptions and responses to procedural pain: results from Thunder Project II. *Am. J. Crit. Care Off. Publ. Am. Assoc. Crit.-Care Nurses* **10**, 238–251 (2001).
16. Puntillo, K. A. *et al.* Determinants of procedural pain intensity in the intensive care unit. The Europain® study. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* **189**, 39–47 (2014).
17. Jones, J. & Williams, H. Wound management should not be a pain. *Br. J. Community Nurs.* **22**, S38–S46 (2017).
18. Téot, L. World Union of Wound Healing Societies. *Int. J. Low. Extrem. Wounds* **2**, 188–188 (2003).
19. Nelson, J. E. *et al.* Self-reported symptom experience of critically ill cancer patients receiving intensive care. *Crit. Care Med.* **29**, 277 (2001).
20. de Jong, A. *et al.* Decreasing severe pain and serious adverse events while moving intensive care unit patients: a prospective interventional study (the NURSE-DO project). *Crit. Care Lond. Engl.* **17**, R74 (2013).
21. Christie, R. J. Therapeutic positioning of the multiply-injured trauma patient in ICU. *Br. J. Nurs. Mark Allen Publ.* **17**, 638–642 (2008).

22. Référentiel de compétences et d'aptitudes du masseur kinésithérapeute de réanimation (MKREA) en secteur adulte: Société de kinésithérapie de réanimation (SKR). *Réanimation* **20**, 725–736 (2011).
23. Novaes, M. A. F. P., Aronovich, A., Ferraz, M. B. & Knobel, E. Stressors in ICU: patients' evaluation. *Intensive Care Med.* **23**, 1282–1285 (1997).
24. Novaes, M. A. *et al.* Stressors in ICU: perception of the patient, relatives and health care team. *Intensive Care Med.* **25**, 1421–1426 (1999).
25. Baumstarck, K. *et al.* Assessment of patients' self-perceived intensive care unit discomforts: Validation of the 18-item version of the IPREA. *Health Qual. Life Outcomes* **17**, 29 (2019).
26. Darbyshire, J. L., Müller-Trapet, M., Cheer, J., Fazi, F. M. & Young, J. D. Mapping sources of noise in an intensive care unit. *Anaesthesia* **74**, 1018–1025 (2019).
27. Lucchini, A. *et al.* Sound and Light Levels in a General Intensive Care Unit Without Windows to Provide Natural Light. *Dimens. Crit. Care Nurs. DCCN* **42**, 115–123 (2023).
28. Pal, J., Taywade, M., Pal, R. & Sethi, D. Noise Pollution in Intensive Care Unit: A Hidden Enemy affecting the Physical and Mental Health of Patients and Caregivers. *Noise Health* **24**, 130–136 (2022).
29. Bani Younis, M., Hayajneh, F. & Alshraideh, J. A. Effect of noise and light levels on sleep of intensive care unit patients. *Nurs. Crit. Care* **26**, 73–78 (2021).
30. Pamuk, K. & Turan, N. The effect of light on sleep quality and physiological parameters in patients in the intensive care unit. *Appl. Nurs. Res. ANR* **66**, 151607 (2022).
31. Simini, B. Patients' perceptions of intensive care. *The Lancet* **354**, 571–572 (1999).
32. Ousey, K., Roberts, D. & Gefen, A. Early identification of wound infection: understanding wound odour. *J. Wound Care* **26**, 577–582 (2017).
33. Krishnan, S. T., Devadhasan, J. P. & Kim, S. Recent analytical approaches to detect exhaled breath ammonia with special reference to renal patients. *Anal. Bioanal. Chem.* **409**, 21–31 (2017).
34. Kjeldsen, C. L. *et al.* Patients' experience of thirst while being conscious and mechanically ventilated in the intensive care unit. *Nurs. Crit. Care* **23**, 75–81 (2018).
35. Bulletin Officiel n°2003-45. <https://sante.gouv.fr/fichiers/bo/2003/03-45/a0453485.htm>.
36. Decavèle, M., Similowski, T. & Demoule, A. Detection and management of dyspnea in mechanically ventilated patients. *Curr. Opin. Crit. Care* **25**, 86–94 (2019).
37. Hoit, J. D., Banzett, R. B., Lohmeier, H. L., Hixon, T. J. & Brown, R. Clinical ventilator adjustments that improve speech. *Chest* **124**, 1512–1521 (2003).
38. Friese, R. S., Diaz-Arrastia, R., McBride, D., Frankel, H. & Gentilello, L. M. Quantity and quality of sleep in the surgical intensive care unit: are our patients sleeping? *J. Trauma* **63**, 1210–1214 (2007).
39. Kalfon, P., Cirilovic, T. & Grimal, E. Confort et qualité de vie du patient en réanimation.
40. 8e conférence de consensus en réanimation et médecine d'urgence. *Ann. Fr. Anesth. Réanimation* **11**, 120–121 (1992).
41. Fentanyl: substance active à effet thérapeutique. VIDAL  
<https://www.vidal.fr/medicaments/substances/fentanyl-1476.html>.
42. Midazolam: substance active à effet thérapeutique. VIDAL  
<https://www.vidal.fr/medicaments/substances/midazolam-2380.html>.
43. Propofol: substance active à effet thérapeutique. VIDAL  
<https://www.vidal.fr/medicaments/substances/propofol-2939.html>.

44. Les effets indésirables des antibiotiques. VIDAL  
<https://www.vidal.fr/medicaments/utilisation/antibiotiques/effets-indesirables.html>.
45. Noradrénaline: substance active à effet thérapeutique. VIDAL  
<https://www.vidal.fr/medicaments/substances/noradrenaline-7019.html>.
46. Adrénaline: substance active à effet thérapeutique. VIDAL  
<https://www.vidal.fr/medicaments/substances/adrenaline-1356.html>.
47. Dopamine: substance active à effet thérapeutique. VIDAL  
<https://www.vidal.fr/medicaments/substances/dopamine-6768.html>.
48. Comment surveille-t-on le traitement par anticoagulants ? VIDAL  
<https://www.vidal.fr/medicaments/utilisation/bon-usage/anticoagulants/surveiller-traitement.html>.
49. Les médicaments du traitement de fond de l'asthme. VIDAL  
<https://www.vidal.fr/maladies/voies-respiratoires/asthme/medicaments-fond.html>.
50. Les effets indésirables des corticoïdes - Effets indésirables. <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Les-cancers/Comprendre-le-myelome-multiple/Effets-indesirables/Les-effets-indesirables-des-corticoides>.
51. Stollings, J. L. *et al.* Delirium in critical illness: clinical manifestations, outcomes, and management. *Intensive Care Med.* **47**, 1089–1103 (2021).
52. Sharshar, T. & Antona, M. Confusion et agitation en réanimation — Mécanismes et diagnostic. *Réanimation* **20**, 611–616 (2011).
53. Ely, E. *et al.* The impact of delirium in the intensive care unit on hospital length of stay. *Intensive Care Med.* **27**, 1892–1900 (2001).
54. thannedouche@unistra.fr. DUTER. <https://duter.unistra.fr> <https://duter.unistra.fr/120> (2023).
55. Francoz, C. & Durand, F. Encéphalopathie hépatique : comment optimiser la prise en charge en réanimation ? *Réanimation* **16**, 498–503 (2007).
56. Jaber, S. *et al.* A prospective study of agitation in a medical-surgical ICU: incidence, risk factors, and outcomes. *Chest* **128**, 2749–2757 (2005).
57. Zhao, H., Ying, H.-L., Zhang, C. & Zhang, S. Relative Hypoglycemia is Associated with Delirium in Critically Ill Patients with Diabetes: A Cohort Study. *Diabetes Metab. Syndr. Obes. Targets Ther.* **15**, 3339–3346 (2022).
58. Confusion en réanimation.pdf.
59. Thomas, C. & Fourrier, F. Hypophosphorémies en réanimation Hypophosphatemia in the ICU. *Réanimation* **12**, 280–287 (2003).
60. Wang, X., Cui, L. & Ji, X. Cognitive impairment caused by hypoxia: from clinical evidences to molecular mechanisms. *Metab. Brain Dis.* **37**, 51–66 (2022).
61. Strutz, P. *et al.* Obstructive sleep apnea as an independent predictor of postoperative delirium and pain: protocol for an observational study of a surgical cohort. *F1000Research* **7**, 328 (2018).
62. Mirrakhimov, A. E., Brewbaker, C. L., Krystal, A. D. & Kwatra, M. M. Obstructive sleep apnea and delirium: exploring possible mechanisms. *Sleep Breath. Schlaf Atm.* **18**, 19–29 (2014).
63. Chung, H.-Y., Wickel, J., Brunkhorst, F. M. & Geis, C. Sepsis-Associated Encephalopathy: From Delirium to Dementia? *J. Clin. Med.* **9**, 703 (2020).
64. Tokuda, R. *et al.* Sepsis-Associated Delirium: A Narrative Review. *J. Clin. Med.* **12**, 1273 (2023).

65. Kukreja, D., Günther, U. & Popp, J. Delirium in the elderly: Current problems with increasing geriatric age. *Indian J. Med. Res.* **142**, 655–662 (2015).
66. Bryczkowski, S. B., Lopreiato, M. C., Yonclas, P. P., Sacca, J. J. & Mosenthal, A. C. Risk factors for delirium in older trauma patients admitted to the surgical intensive care unit. *J. Trauma Acute Care Surg.* **77**, 944–951 (2014).
67. Gehrke, S. *et al.* The prevalence rates and sequelae of delirium at age older than 90 years. *Palliat. Support. Care* **19**, 552–557 (2021).
68. Pisani, M. A., Redlich, C., McNicoll, L., Ely, E. W. & Inouye, S. K. Underrecognition of preexisting cognitive impairment by physicians in older ICU patients. *Chest* **124**, 2267–2274 (2003).
69. Ouimet, S., Kavanagh, B. P., Gottfried, S. B. & Skrobik, Y. Incidence, risk factors and consequences of ICU delirium. *Intensive Care Med.* **33**, 66–73 (2007).
70. Morandi, A. *et al.* Visual and Hearing Impairment Are Associated With Delirium in Hospitalized Patients: Results of a Multisite Prevalence Study. *J. Am. Med. Dir. Assoc.* **22**, 1162–1167.e3 (2021).
71. Dubois, M. J., Bergeron, N., Dumont, M., Dial, S. & Skrobik, Y. Delirium in an intensive care unit: a study of risk factors. *Intensive Care Med.* **27**, 1297–1304 (2001).
72. Mart, M. F., Williams Roberson, S., Salas, B., Pandharipande, P. P. & Ely, E. W. Prevention and Management of Delirium in the Intensive Care Unit. *Semin. Respir. Crit. Care Med.* **42**, 112–126 (2021).
73. Lat, I. *et al.* The impact of delirium on clinical outcomes in mechanically ventilated surgical and trauma patients. *Crit. Care Med.* **37**, 1898–1905 (2009).
74. Moon, K.-J. & Lee, S.-M. The effects of a tailored intensive care unit delirium prevention protocol: A randomized controlled trial. *Int. J. Nurs. Stud.* **52**, 1423–1432 (2015).
75. Mäkinen, V.-N., Hansen, K. B. & Knudsen, S. T. [Acute benzodiazepine withdrawal delirium]. *Ugeskr. Laeger* **184**, V01220062 (2022).
76. Lynch, E. P. *et al.* The impact of postoperative pain on the development of postoperative delirium. *Anesth. Analg.* **86**, 781–785 (1998).
77. Walder, B., Haase, U. & Rundshagen, I. [Sleep disturbances in critically ill patients]. *Anaesthesist* **56**, 7–17 (2007).
78. Weinhouse, G. L. *et al.* Bench-to-bedside review: Delirium in ICU patients - importance of sleep deprivation. *Crit. Care* **13**, 234 (2009).
79. Ángeles-Castellanos, M., Ramírez-Gonzalez, F., Ubaldo-Reyes, L., Rodriguez-Mayoral, O. & Escobar, C. Loss of melatonin daily rhythmicity is associated with delirium development in hospitalized older adults. *Sleep Sci.* **9**, 285–288 (2016).
80. Grimm, J. Sleep Deprivation in the Intensive Care Patient. *Crit. Care Nurse* **40**, e16–e24 (2020).
81. Kamdar, B. B. *et al.* The effect of a quality improvement intervention on perceived sleep quality and cognition in a medical ICU. *Crit. Care Med.* **41**, 800–809 (2013).
82. Mills, G. H. & Bourne, R. S. Do earplugs stop noise from driving critical care patients into delirium? *Crit. Care Lond. Engl.* **16**, 139 (2012).
83. Lee, H. J., Bae, E., Lee, H. Y., Lee, S.-M. & Lee, J. Association of natural light exposure and delirium according to the presence or absence of windows in the intensive care unit. *Acute Crit. Care* **36**, 332–341 (2021).
84. Wu, T. T. *et al.* Baseline Anxiety and Depression and Risk for ICU Delirium: A Prospective Cohort Study. *Crit. Care Explor.* **4**, e0743 (2022).
85. Shehabi, Y. *et al.* Early Intensive Care Sedation Predicts Long-Term Mortality in Ventilated Critically Ill Patients. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* **186**, 724–731 (2012).

86. Sato, K., Okajima, M. & Taniguchi, T. Association of Persistent Intense Thirst With Delirium Among Critically Ill Patients: A Cross-sectional Study. *J. Pain Symptom Manage.* **57**, 1114–1120 (2019).
87. Zhang, H. J., Ma, X. H., Ye, J. B., Liu, C. Z. & Zhou, Z. Y. Systematic review and meta-analysis of risk factor for postoperative delirium following spinal surgery. *J. Orthop. Surg.* **15**, 509 (2020).
88. Ely, E. W. *et al.* Delirium as a predictor of mortality in mechanically ventilated patients in the intensive care unit. *JAMA* **291**, 1753–1762 (2004).
89. Mémoire · Inserm, La science pour la santé. *Inserm* <https://www.inserm.fr/dossier/memoire/>.
90. Samuelson, K., Lundberg, D. & Fridlund, B. Memory in relation to depth of sedation in adult mechanically ventilated intensive care patients. *Intensive Care Med.* **32**, 660–667 (2006).
91. Rundshagen, I., Schnabel, K., Wegner, C. & am Esch, S. Incidence of recall, nightmares, and hallucinations during analgosedation in intensive care. *Intensive Care Med.* **28**, 38–43 (2002).
92. Rattray, J. E., Johnston, M. & Wildsmith, J. a. W. Predictors of emotional outcomes of intensive care. *Anaesthesia* **60**, 1085–1092 (2005).
93. Jones, C. *et al.* Rehabilitation after critical illness: a randomized, controlled trial. *Crit. Care Med.* **31**, 2456–2461 (2003).
94. Sukantarat, K., Greer, S., Brett, S. & Williamson, R. Physical and psychological sequelae of critical illness. *Br. J. Health Psychol.* **12**, 65–74 (2007).
95. Scragg, P., Jones, A. & Fauvel, N. Psychological problems following ICU treatment. *Anaesthesia* **56**, 9–14 (2001).
96. Davydow, D. S., Gifford, J. M., Desai, S. V., Bienvenu, O. J. & Needham, D. M. Depression in general intensive care unit survivors: a systematic review. *Intensive Care Med.* **35**, 796–809 (2009).
97. Jones, C., Macmillan, R. R. & Griffiths, R. D. Providing psychological support for patients after critical illness. *Clin. Intensive Care Int. J. Crit. Coron. Care Med.* **5**, 176–179 (1994).
98. Jackson, J. C. *et al.* Post-traumatic stress disorder and post-traumatic stress symptoms following critical illness in medical intensive care unit patients: assessing the magnitude of the problem. *Crit. Care* **11**, R27 (2007).
99. Samuelson, K. a. M., Lundberg, D. & Fridlund, B. Stressful memories and psychological distress in adult mechanically ventilated intensive care patients - a 2-month follow-up study. *Acta Anaesthesiol. Scand.* **51**, 671–678 (2007).
100. J, G., G, F., V, B. & Jd, Y. The prevalence of post traumatic stress disorder in survivors of ICU treatment: a systematic review. *Intensive Care Med.* **33**, (2007).
101. Azoulay, E. *et al.* Risk of post-traumatic stress symptoms in family members of intensive care unit patients. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* **171**, 987–994 (2005).
102. Évaluation des technologies de santé à la HAS : place de la qualité de vie. *Haute Autorité de Santé* [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_2883073/fr/evaluation-des-technologies-de-sante-a-la-has-place-de-la-qualite-de-vie](https://www.has-sante.fr/jcms/c_2883073/fr/evaluation-des-technologies-de-sante-a-la-has-place-de-la-qualite-de-vie).
103. Davydow, D. S., Gifford, J. M., Desai, S. V., Needham, D. M. & Bienvenu, O. J. Posttraumatic stress disorder in general intensive care unit survivors: a systematic review. *Gen. Hosp. Psychiatry* **30**, 421–434 (2008).
104. Kapfhammer, H. P., Rothenhäusler, H. B., Krauseneck, T., Stoll, C. & Schelling, G. Posttraumatic stress disorder and health-related quality of life in long-term survivors of acute respiratory distress syndrome. *Am. J. Psychiatry* **161**, 45–52 (2004).

105. García Lizana, F., Peres Bota, D., De Cubber, M. & Vincent, J.-L. Long-term outcome in ICU patients: what about quality of life? *Intensive Care Med.* **29**, 1286–1293 (2003).
106. Granja, C., Teixeira-Pinto, A. & Costa-Pereira, A. Quality of life after intensive care--evaluation with EQ-5D questionnaire. *Intensive Care Med.* **28**, 898–907 (2002).
107. Schelling, G. *et al.* Health-related quality of life and posttraumatic stress disorder in survivors of the acute respiratory distress syndrome. *Crit. Care Med.* **26**, 651–659 (1998).
108. Eddleston, J. M., White, P. & Guthrie, E. Survival, morbidity, and quality of life after discharge from intensive care. *Crit. Care Med.* **28**, 2293–2299 (2000).
109. Martin, C. Mieux vivre la réanimation. *Ann. Fr. Anesth. Réanimation* **29**, 321–330 (2010).
110. Morrison, W. E., Haas, E. C., Shaffner, D. H., Garrett, E. S. & Fackler, J. C. Noise, stress, and annoyance in a pediatric intensive care unit. *Crit. Care Med.* **31**, 113–119 (2003).
111. Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D. H. & Team, W. H. O. O. and E. H. *Guidelines for community noise*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217> (1999).
112. Konkani, A. & Oakley, B. Noise in hospital intensive care units—a critical review of a critical topic. *J. Crit. Care* **27**, 522.e1–522.e9 (2012).
113. Darbyshire, J. L. & Young, J. D. An investigation of sound levels on intensive care units with reference to the WHO guidelines. *Crit. Care Lond. Engl.* **17**, R187 (2013).
114. Van Rompaey, B., Elseviers, M. M., Van Drom, W., Fromont, V. & Jorens, P. G. The effect of earplugs during the night on the onset of delirium and sleep perception: a randomized controlled trial in intensive care patients. *Crit. Care Lond. Engl.* **16**, R73 (2012).
115. Crawford, K. J., Barnes, L. A., Peters, T. M., Falk, J. & Gehlbach, B. K. Identifying determinants of noise in a medical intensive care unit. *J. Occup. Environ. Hyg.* **15**, 810–817 (2018).
116. Elander, G. & Hellström, G. Reduction of noise levels in intensive care units for infants: Evaluation of an intervention program. *Heart Lung* **24**, 376–379 (1995).
117. Golombek, D. *et al.* Dysregulated light/dark cycle impairs sleep and delays the recovery of patients in intensive care units: A call for action for COVID-19 treatment. *Chronobiol. Int.* **39**, 903–906 (2022).
118. Danielson, S. J., Rappaport, C. A., Loher, M. K. & Gehlbach, B. K. Looking for light in the din: An examination of the circadian-disrupting properties of a medical intensive care unit. *Intensive Crit. Care Nurs.* **46**, 57–63 (2018).
119. Giménez, M. C. *et al.* Patient room lighting influences on sleep, appraisal and mood in hospitalized people. *J. Sleep Res.* **26**, 236–246 (2017).
120. Ritchie, H. K., Stothard, E. R. & Wright, K. P. Entrainment of the Human Circadian Clock to the Light-Dark Cycle and its Impact on Patients in the ICU and Nursing Home Settings. *Curr. Pharm. Des.* **21**, 3438–3442 (2015).
121. Voigt, L. P. *et al.* Monitoring sound and light continuously in an intensive care unit patient room: A pilot study. *J. Crit. Care* **39**, 36–39 (2017).
122. Czempik, P. F., Jarosińska, A., Machłowska, K. & Pluta, M. Impact of Light Intensity on Sleep of Patients in the Intensive Care Unit: A Prospective Observational Study. *Indian J. Crit. Care Med. Peer-Rev. Off. Publ. Indian Soc. Crit. Care Med.* **24**, 33–37 (2020).
123. Matiti, M. R. & Trorey, G. M. Patients' expectations of the maintenance of their dignity. *J. Clin. Nurs.* **17**, 2709–2717 (2008).
124. Lindgren, L. *et al.* Touch massage: a pilot study of a complex intervention. *Nurs. Crit. Care* **18**, 269–277 (2013).

125. Jaber, S. *et al.* Effets de la musicothérapie en réanimation hors sédation chez des patients en cours de sevrage ventilatoire versus des patients non ventilés. *Ann. Fr. Anesth. Réanimation* **26**, 30–38 (2007).
126. Chlan, L. Effectiveness of a music therapy intervention on relaxation and anxiety for patients receiving ventilatory assistance. *Heart Lung J. Crit. Care* **27**, 169–176 (1998).
127. Barreto, B. B., Luz, M., Rios, M. N. de O., Lopes, A. A. & Gusmao-Flores, D. The impact of intensive care unit diaries on patients' and relatives' outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Crit. Care* **23**, 411 (2019).
128. Chellappa, S. L. & Aeschbach, D. Sleep and anxiety: From mechanisms to interventions. *Sleep Med. Rev.* **61**, 101583 (2022).
129. Richards, K. C. Effect of a back massage and relaxation intervention on sleep in critically ill patients. *Am. J. Crit. Care Off. Publ. Am. Assoc. Crit.-Care Nurses* **7**, 288–299 (1998).
130. Schmidt, M. *et al.* Dyspnea in mechanically ventilated critically ill patients. *Crit. Care Med.* **39**, 2059–2065 (2011).
131. Puntillo, K. *et al.* Palliative care in the ICU: relief of pain, dyspnea, and thirst—A report from the IPAL-ICU Advisory Board. *Intensive Care Med.* **40**, 235–248 (2014).
132. Benhamou, D., Técsy, M., Parry, N., Mercier, F. J. & Burg, C. Audit of an early feeding program after Cesarean delivery: patient wellbeing is increased. *Can. J. Anaesth. J. Can. Anesth.* **49**, 814–819 (2002).
133. Morita, T., Tei, Y., Tsunoda, J., Inoue, S. & Chihara, S. Determinants of the sensation of thirst in terminally ill cancer patients. *Support. Care Cancer Off. J. Multinat. Assoc. Support. Care Cancer* **9**, 177–186 (2001).
134. Zhang, W., Gu, Q., Gu, Y., Zhao, Y. & Zhu, L. Symptom management to alleviate thirst and dry mouth in critically ill patients: A randomised controlled trial. *Aust. Crit. Care Off. J. Confed. Aust. Crit. Care Nurses* **35**, 123–129 (2022).
135. Roland, P., Russell, J., Richards, K. C. & Sullivan, S. C. Visitation in critical care: processes and outcomes of a performance improvement initiative. *J. Nurs. Care Qual* **15**, 18–26 (2001).
136. Garrouste-Orgeas, M. *et al.* Perceptions of a 24-hour visiting policy in the intensive care unit. *Crit. Care Med.* **36**, 30–35 (2008).
137. McAdam, J. L., Arai, S. & Puntillo, K. A. Unrecognized contributions of families in the intensive care unit. *Intensive Care Med.* **34**, 1097–1101 (2008).
138. Guttormson, J. L., Bremer, K. L. & Jones, R. M. 'Not being able to talk was horrid': A descriptive, correlational study of communication during mechanical ventilation. *Intensive Crit. Care Nurs.* **31**, 179–186 (2015).
139. Agarwal, S., Frankel, L., Tourner, S., McMillan, A. & Sharek, P. J. Improving communication in a pediatric intensive care unit using daily patient goal sheets. *J. Crit. Care* **23**, 227–235 (2008).
140. Knowles, R. E. & Tarrier, N. Evaluation of the effect of prospective patient diaries on emotional well-being in intensive care unit survivors: a randomized controlled trial. *Crit. Care Med.* **37**, 184–191 (2009).
141. Klimasiński, M. W. Spiritual care in the intensive care unit. *Anaesthesiol. Intensive Ther.* **53**, 350–357 (2021).
142. Patak, L., Gawlinski, A., Fung, N. I., Doering, L. & Berg, J. Patients' reports of health care practitioner interventions that are related to communication during mechanical ventilation. *Heart Lung J. Crit. Care* **33**, 308–320 (2004).

143. Finke, E. H., Light, J. & Kitko, L. A systematic review of the effectiveness of nurse communication with patients with complex communication needs with a focus on the use of augmentative and alternative communication. *J. Clin. Nurs.* **17**, 2102–2115 (2008).
144. Hess, D. R. Facilitating speech in the patient with a tracheostomy. *Respir. Care* **50**, 519–525 (2005).
145. Happ, M. B., Tuite, P., Dobbin, K., DiVirgilio-Thomas, D. & Kitutu, J. Communication ability, method, and content among nonspeaking nonsurviving patients treated with mechanical ventilation in the intensive care unit. *Am. J. Crit. Care Off. Publ. Am. Assoc. Crit.-Care Nurses* **13**, 210–218; quiz 219–220 (2004).
146. Garry, J. *et al.* A pilot study of eye-tracking devices in intensive care. *Surgery* **159**, 938–944 (2016).
147. Maringelli, F., Brienza, N., Scorrano, F., Grasso, F. & Gregoretti, C. Gaze-controlled, computer-assisted communication in Intensive Care Unit: 'speaking through the eyes'. *Minerva Anesthesiol.* **79**, 165–175 (2013).
148. Azoulay, E. *et al.* Half the families of intensive care unit patients experience inadequate communication with physicians. *Crit. Care Med.* **28**, 3044–3049 (2000).
149. Azoulay, E. *et al.* Meeting the needs of intensive care unit patient families: a multicenter study. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* **163**, 135–139 (2001).
150. Fassier, T. *et al.* One-day quantitative cross-sectional study of family information time in 90 intensive care units in France. *Crit. Care Med.* **35**, 177–183 (2007).
151. Azoulay, E. *et al.* Impact of a family information leaflet on effectiveness of information provided to family members of intensive care unit patients: a multicenter, prospective, randomized, controlled trial. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* **165**, 438–442 (2002).
152. Braner, D. A. V. *et al.* Interactive Web sites for families and physicians of pediatric intensive care unit patients: a preliminary report. *Pediatr. Crit. Care Med. J. Soc. Crit. Care Med. World Fed. Pediatr. Intensive Crit. Care Soc.* **5**, 434–439 (2004).
153. Kennedy, N. R. *et al.* Perspectives on Telephone and Video Communication in the Intensive Care Unit during COVID-19. *Ann. Am. Thorac. Soc.* **18**, 838–847 (2021).
154. Wall, R. J., Curtis, J. R., Cooke, C. R. & Engelberg, R. A. Family satisfaction in the ICU: differences between families of survivors and nonsurvivors. *Chest* **132**, 1425–1433 (2007).
155. Dossier du patient. *Haute Autorité de Santé* [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_438115/fr/dossier-du-patient](https://www.has-sante.fr/jcms/c_438115/fr/dossier-du-patient).
156. Aldawood, F., Kazzaz, Y., AlShehri, A., Alali, H. & Al-Surimi, K. Enhancing teamwork communication and patient safety responsiveness in a paediatric intensive care unit using the daily safety huddle tool. *BMJ Open Qual.* **9**, e000753 (2020).
157. Gray, J. E. *et al.* Baby CareLink: using the internet and telemedicine to improve care for high-risk infants. *Pediatrics* **106**, 1318–1324 (2000).
158. Kotfis, K., Zegan-Barańska, M., Szydtowski, Ł., Żukowski, M. & Ely, E. W. Methods of pain assessment in adult intensive care unit patients - Polish version of the CPOT (Critical Care Pain Observation Tool) and BPS (Behavioral Pain Scale). *Anesthesiol. Intensive Ther.* **49**, 66–72 (2017).
159. Conférence de consensus commune (SFAR-SRLF) en réanimation. *Réanimation* **17**, 600–612 (2008).
160. Morris, J. L. *et al.* Determinants of pain assessment documentation in intensive care units. *Can. J. Anaesth. J. Can. Anesth.* **68**, 1176–1184 (2021).
161. Payen, J.-F. *et al.* Pain assessment is associated with decreased duration of mechanical ventilation in the intensive care unit: a post Hoc analysis of the DOLOREA study. *Anesthesiology* **111**, 1308–1316 (2009).

162. Chanques, G. *et al.* Impact of systematic evaluation of pain and agitation in an intensive care unit. *Crit. Care Med.* **34**, 1691–1699 (2006).
163. Vassilakopoulos, T. *et al.* Contribution of pain to inspiratory muscle dysfunction after upper abdominal surgery: A randomized controlled trial. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* **161**, 1372–1375 (2000).
164. Liste des échelles acceptées pour mesurer la douleur - HAS.
165. Herr, K. A., Spratt, K., Mobily, P. R. & Richardson, G. Pain intensity assessment in older adults: use of experimental pain to compare psychometric properties and usability of selected pain scales with younger adults. *Clin. J. Pain* **20**, 207–219 (2004).
166. Li, L., Liu, X. & Herr, K. Postoperative pain intensity assessment: a comparison of four scales in Chinese adults. *Pain Med. Malden Mass* **8**, 223–234 (2007).
167. Chanques, G. *et al.* The measurement of pain in intensive care unit: comparison of 5 self-report intensity scales. *Pain* **151**, 711–721 (2010).
168. Gagliese, L., Weizblit, N., Ellis, W. & Chan, V. W. S. The measurement of postoperative pain: a comparison of intensity scales in younger and older surgical patients. *Pain* **117**, 412–420 (2005).
169. Hjermstad, M. J. *et al.* Studies comparing Numerical Rating Scales, Verbal Rating Scales, and Visual Analogue Scales for assessment of pain intensity in adults: a systematic literature review. *J. Pain Symptom Manage.* **41**, 1073–1093 (2011).
170. Puntillo, K. A. *et al.* Pain behaviors observed during six common procedures: results from Thunder Project II. *Crit. Care Med.* **32**, 421–427 (2004).
171. Kerbage, S. H., Garvey, L., Lambert, G. W. & Willetts, G. Pain assessment of the adult sedated and ventilated patients in the intensive care setting: A scoping review. *Int. J. Nurs. Stud.* **122**, 104044 (2021).
172. Gélinas, C. Pain assessment in the critically ill adult: Recent evidence and new trends. *Intensive Crit. Care Nurs.* **34**, 1–11 (2016).
173. Chanques, G. *et al.* Psychometric comparison of three behavioural scales for the assessment of pain in critically ill patients unable to self-report. *Crit. Care Lond. Engl.* **18**, R160 (2014).
174. Shan, K. *et al.* Use of the critical-care pain observation tool and the bispectral index for the detection of pain in brain-injured patients undergoing mechanical ventilation: A STROBE-compliant observational study. *Medicine (Baltimore)* **97**, e10985 (2018).
175. Topolovec-Vranic, J. *et al.* Validation and evaluation of two observational pain assessment tools in a trauma and neurosurgical intensive care unit. *Pain Res. Manag.* **18**, e107-114 (2013).
176. Joffe, A. M., McNulty, B., Boitor, M., Marsh, R. & Gélinas, C. Validation of the Critical-Care Pain Observation Tool in brain-injured critically ill adults. *J. Crit. Care* **36**, 76–80 (2016).
177. Ribeiro, C. J. N. *et al.* Psychometric Properties of the Behavioral Pain Scale in Traumatic Brain Injury. *Pain Manag. Nurs. Off. J. Am. Soc. Pain Manag. Nurses* **20**, 152–157 (2019).
178. Dehghani, H., Tavangar, H. & Ghandehari, A. Validity and reliability of behavioral pain scale in patients with low level of consciousness due to head trauma hospitalized in intensive care unit. *Arch. Trauma Res.* **3**, e18608 (2014).
179. Chanques, G. *et al.* Assessing pain in non-intubated critically ill patients unable to self report: an adaptation of the Behavioral Pain Scale. *Intensive Care Med.* **35**, 2060–2067 (2009).

180. Li, D., Miaskowski, C., Burkhardt, D. & Puntillo, K. Evaluations of physiologic reactivity and reflexive behaviors during noxious procedures in sedated critically ill patients. *J. Crit. Care* **24**, 472.e9–13 (2009).
181. Charier, D., Bertheaux, C., Zantour, D., Roche, F. & Molliex, S. Intérêt de la pupillométrie pour l'évaluation de la douleur. *Douleurs Éval. - Diagn. - Trait.* **18**, 213–222 (2017).
182. Bernard, C. *et al.* Assessing pain in critically ill brain-injured patients: a psychometric comparison of 3 pain scales and videopupillometry. *Pain* **160**, 2535–2543 (2019).
183. Paulus, J. *et al.* Pupillary reflex measurement predicts insufficient analgesia before endotracheal suctioning in critically ill patients. *Crit. Care Lond. Engl.* **17**, R161 (2013).
184. Vinclair, M. *et al.* Using Pupillary Pain Index to Assess Nociception in Sedated Critically Ill Patients. *Anesth. Analg.* **129**, 1540–1546 (2019).
185. Lukaszewicz, A.-C., Dereu, D., Gayat, E. & Payen, D. The relevance of pupillometry for evaluation of analgesia before noxious procedures in the intensive care unit. *Anesth. Analg.* **120**, 1297–1300 (2015).
186. Masson, E. Monitorage de l'analgésie avec l'*Analgesia/Nociception Index* : résultats des études cliniques chez les patients éveillés et anesthésiés. *EM-Consulte* <https://www.em-consulte.com/article/970671/monitorage-de-l-analgesie-avec-l-analgesianocicept>.
187. Broucqsault-Dédrie, C., De Jonckheere, J., Jeanne, M. & Nseir, S. Measurement of Heart Rate Variability to Assess Pain in Sedated Critically Ill Patients: A Prospective Observational Study. *PLoS One* **11**, e0147720 (2016).
188. Chanques, G. *et al.* Analgesia nociception index for the assessment of pain in critically ill patients: a diagnostic accuracy study. *Br. J. Anaesth.* **119**, 812–820 (2017).
189. Chanques, G. *et al.* Is there a single non-painful procedure in the intensive care unit? It depends! *Intensive Care Med.* **44**, 528–530 (2018).
190. Nassar Junior, A. P., Pires Neto, R. C., de Figueiredo, W. B. & Park, M. Validity, reliability and applicability of Portuguese versions of sedation-agitation scales among critically ill patients. *Sao Paulo Med. J. Rev. Paul. Med.* **126**, 215–219 (2008).
191. Yan, X. *et al.* The validity, reliability and feasibility of four instruments for assessing the consciousness of stroke patients in a neurological intensive care unit compared. *BMC Med. Res. Methodol.* **22**, 102 (2022).
192. Rasheed, A. M. *et al.* Ramsay Sedation Scale and Richmond Agitation Sedation Scale: A Cross-sectional Study. *Dimens. Crit. Care Nurs. DCCN* **38**, 90–95 (2019).
193. Ely, E. W. *et al.* Monitoring sedation status over time in ICU patients: reliability and validity of the Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS). *JAMA* **289**, 2983–2991 (2003).
194. Sessler, C. N. *et al.* The Richmond Agitation-Sedation Scale: validity and reliability in adult intensive care unit patients. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* **166**, 1338–1344 (2002).
195. [5bb414ab096def7cccf9bb50\\_CAM-ICU-Manual-French-translation-16\\_01\\_29-16\\_04\\_24-TRAITE.pdf](#).
196. Chanques, G. *et al.* [Validation of the french translated Richmond vigilance-agitation scale]. *Ann. Fr. Anesth. Reanim.* **25**, 696–701 (2006).
197. Arevalo, J. J. *et al.* Palliative sedation: reliability and validity of sedation scales. *J. Pain Symptom Manage.* **44**, 704–714 (2012).
198. De Jonghe, B. *et al.* Adaptation to the Intensive Care Environment (ATICE): development and validation of a new sedation assessment instrument. *Crit. Care Med.* **31**, 2344–2354 (2003).

199. 5bb414ab096def7cccf9bb50\_CAM-ICU-Manual-French-translation-16\_01\_29-16\_04\_24-TRAITE.pdf.
200. van Eijk, M. M. J. *et al.* Comparison of delirium assessment tools in a mixed intensive care unit. *Crit. Care Med.* **37**, 1881–1885 (2009).
201. Barr, J. *et al.* Clinical Practice Guidelines for the Management of Pain, Agitation, and Delirium in Adult Patients in the Intensive Care Unit. *Crit. Care Med.* **41**, 263 (2013).
202. Bergeron, N., Dubois, M. J., Dumont, M., Dial, S. & Skrobik, Y. Intensive Care Delirium Screening Checklist: evaluation of a new screening tool. *Intensive Care Med.* **27**, 859–864 (2001).
203. Gusmao-Flores, D. *et al.* The validity and reliability of the Portuguese versions of three tools used to diagnose delirium in critically ill patients. *Clin. Sao Paulo Braz.* **66**, 1917–1922 (2011).
204. Guenther, U. *et al.* Validity and reliability of the CAM-ICU Flowsheet to diagnose delirium in surgical ICU patients. *J. Crit. Care* **25**, 144–151 (2010).
205. Ely, E. W. *et al.* Evaluation of delirium in critically ill patients: validation of the Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit (CAM-ICU). *Crit. Care Med.* **29**, 1370–1379 (2001).
206. Ely, E. W. *et al.* Delirium in mechanically ventilated patients: validity and reliability of the confusion assessment method for the intensive care unit (CAM-ICU). *JAMA* **286**, 2703–2710 (2001).
207. Gusmao-Flores, D., Salluh, J. I. F., Chalhub, R. Á. & Quarantini, L. C. The confusion assessment method for the intensive care unit (CAM-ICU) and intensive care delirium screening checklist (ICDSC) for the diagnosis of delirium: a systematic review and meta-analysis of clinical studies. *Crit. Care Lond. Engl.* **16**, R115 (2012).
208. Chen, T.-J. *et al.* Diagnostic accuracy of the CAM-ICU and ICDSC in detecting intensive care unit delirium: A bivariate meta-analysis. *Int. J. Nurs. Stud.* **113**, 103782 (2021).
209. *LOI n° 2002-303 du 4 mars 2002 relative aux droits des malades et à la qualité du système de santé (1). 2002-303* (2002).
210. Article L1110-5 - Code de la santé publique - Légifrance. [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000006685748/2012-08-08](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000006685748/2012-08-08).
211. Légifrance - Droit national en vigueur - Circulaires et instructions - CIRCULAIRE DHOS/E1/DGS/SD1B/SD1C/SD4A/2006/90 du 2 mars 2006 relative aux droits des personnes hospitalisées et comportant une charte de la personne hospitalisée. <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf/circ?id=10571>.
212. Article L4130-1 - Code de la santé publique - Légifrance. [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000031928438](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000031928438).
213. Article R4127-37 - Code de la santé publique - Légifrance. [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000032973602](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000032973602).
214. Article R4312-19 - Code de la santé publique - Légifrance. [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000033496778](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000033496778).
215. Ruben, M. A., Blanch-Hartigan, D. & Hall, J. A. Nonverbal Communication as a Pain Reliever: The Impact of Physician Supportive Nonverbal Behavior on Experimentally Induced Pain. *Health Commun.* **32**, 970–976 (2017).
216. Kia, Z., Allahbakhshian, M., Ilkhani, M., Nasiri, M. & Allahbakhshian, A. Nurses' use of non-pharmacological pain management methods in intensive care units: A descriptive cross-sectional study. *Complement. Ther. Med.* **58**, 102705 (2021).

217. Chanques, G. *et al.* Discomfort associated with underhumidified high-flow oxygen therapy in critically ill patients. *Intensive Care Med.* **35**, 996–1003 (2009).
218. Ertuğ, N. & Ulker, S. The effect of cold application on pain due to chest tube removal. *J. Clin. Nurs.* **21**, 784–790 (2012).
219. Chen, Y.-R. & Hsieh, L.-Y. [The effectiveness of a cold application for pain associated with chest tube removal: a systematic review]. *Hu Li Za Zhi* **62**, 68–75 (2015).
220. Chen, C.-T. *et al.* Cold application for pain and anxiety reduction following chest tube removal: A systematic review and meta-analysis. *J. Clin. Nurs.* **32**, 574–583 (2023).
221. Wang, Y. *et al.* Effect of cold and heat therapies on pain relief in patients with delayed onset muscle soreness: A network meta-analysis. *J. Rehabil. Med.* **54**, jrm00258 (2022).
222. Jo, J. & Lee, S. H. Heat therapy for primary dysmenorrhea: A systematic review and meta-analysis of its effects on pain relief and quality of life. *Sci. Rep.* **8**, 16252 (2018).
223. Lee, J. H. The Effects of Music on Pain: A Meta-Analysis. *J. Music Ther.* **53**, 430–477 (2016).
224. Sahiner, N. C. & Bal, M. D. The effects of three different distraction methods on pain and anxiety in children. *J. Child Health Care Prof. Work. Child. Hosp. Community* **20**, 277–285 (2016).
225. Inan, G. & Inal, S. The Impact of 3 Different Distraction Techniques on the Pain and Anxiety Levels of Children During Venipuncture: A Clinical Trial. *Clin. J. Pain* **35**, 140–147 (2019).
226. Yohannan, S. K. *et al.* The utilization of Nintendo® Wii™ during burn rehabilitation: a pilot study. *J. Burn Care Res. Off. Publ. Am. Burn Assoc.* **33**, 36–45 (2012).
227. Boitor, M., Gélinas, C., Richard-Lalonde, M. & Thombs, B. D. The Effect of Massage on Acute Postoperative Pain in Critically and Acutely Ill Adults Post-thoracic Surgery: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Heart Lung J. Crit. Care* **46**, 339–346 (2017).
228. Lee, S.-H., Kim, J.-Y., Yeo, S., Kim, S.-H. & Lim, S. Meta-Analysis of Massage Therapy on Cancer Pain. *Integr. Cancer Ther.* **14**, 297–304 (2015).
229. Martorella, G., Boitor, M., Michaud, C. & Gélinas, C. Feasibility and acceptability of hand massage therapy for pain management of postoperative cardiac surgery patients in the intensive care unit. *Heart Lung J. Crit. Care* **43**, 437–444 (2014).
230. Boitor, M., Martorella, G., Arbour, C., Michaud, C. & Gélinas, C. Evaluation of the preliminary effectiveness of hand massage therapy on postoperative pain of adults in the intensive care unit after cardiac surgery: a pilot randomized controlled trial. *Pain Manag. Nurs. Off. J. Am. Soc. Pain Manag. Nurses* **16**, 354–366 (2015).
231. Momeni, M., Arab, M., Dehghan, M. & Ahmadinejad, M. The Effect of Foot Massage on Pain of the Intensive Care Patients: A Parallel Randomized Single-Blind Controlled Trial. *Evid.-Based Complement. Altern. Med. ECAM* **2020**, 3450853 (2020).
232. Galic, S. [Touch-Massage®, an original approach in psychiatric nursing homes]. *Soins. Psychiatr.* **43**, 35–38 (2022).
233. Marletta, G. *et al.* The complementary medicine (CAM) for the treatment of chronic pain: scientific evidence regarding the effects of healing touch massage. *Acta Bio-Medica Atenei Parm.* **86 Suppl 2**, 127–133 (2015).
234. Da Rocha Rodrigues, M. G. *et al.* Impacts of Touch massage on the experience of patients with chronic pain: A protocol for a mixed method study. *Complement. Ther. Clin. Pract.* **43**, 101276 (2021).
235. Alinia-Najjar, R., Bagheri-Nesami, M., Shorofi, S. A., Mousavinasab, S. N. & Saatchi, K. The effect of foot reflexology massage on burn-specific pain anxiety and sleep

- quality and quantity of patients hospitalized in the burn intensive care unit (ICU). *Burns J. Int. Soc. Burn Inj.* **46**, 1942–1951 (2020).
236. Golino, A. J. *et al.* Impact of an Active Music Therapy Intervention on Intensive Care Patients. *Am. J. Crit. Care Off. Publ. Am. Assoc. Crit.-Care Nurses* **28**, 48–55 (2019).
  237. Bioy, A., Moreaux, T., Pasturel, A. & Wood, C. [Hypnosis and touch-massage to relieve pain at the end of life]. *Soins. Pediatr. Pueric.* 35–38 (2011).
  238. Quintini, D., Vitale, C., Gaide, M., Surdej, F. & Salas, S. [Hypnosis to fight against pain and anxiety in palliative care]. *Soins Rev. Ref. Infirm.* **62**, 11–15 (2017).
  239. Sandvik, R. K., Olsen, B. F., Rygh, L.-J. & Moi, A. L. Pain relief from nonpharmacological interventions in the intensive care unit: A scoping review. *J. Clin. Nurs.* **29**, 1488–1498 (2020).
  240. [fichesedation.pdf](#).
  241. Faust, A. C. *et al.* Impact of an Analgesia-Based Sedation Protocol on Mechanically Ventilated Patients in a Medical Intensive Care Unit. *Anesth. Analg.* **123**, 903–909 (2016).
  242. Shafer, A. Complications of sedation with midazolam in the intensive care unit and a comparison with other sedative regimens. *Crit. Care Med.* **26**, 947–956 (1998).
  243. McKeage, K. & Perry, C. M. Propofol: a review of its use in intensive care sedation of adults. *CNS Drugs* **17**, 235–272 (2003).
  244. Higgins, T. L. *et al.* Propofol versus midazolam for intensive care unit sedation after coronary artery bypass grafting. *Crit. Care Med.* **22**, 1415–1423 (1994).
  245. Ronan, K. P., Gallagher, T. J., George, B. & Hamby, B. Comparison of propofol and midazolam for sedation in intensive care unit patients. *Crit. Care Med.* **23**, 286–293 (1995).
  246. Barrientos-Vega, R. *et al.* Prolonged sedation of critically ill patients with midazolam or propofol: impact on weaning and costs. *Crit. Care Med.* **25**, 33–40 (1997).
  247. Garcia, R. *et al.* A systematic review and meta-analysis of propofol versus midazolam sedation in adult intensive care (ICU) patients. *J. Crit. Care* **64**, 91–99 (2021).
  248. Szumita, P. M., Baroletti, S. A., Anger, K. E. & Wechsler, M. E. Sedation and analgesia in the intensive care unit: evaluating the role of dexmedetomidine. *Am. J. Health-Syst Pharm. AJHP Off. J. Am. Soc. Health-Syst. Pharm.* **64**, 37–44 (2007).
  249. Jakob, S. M. *et al.* Dexmedetomidine vs midazolam or propofol for sedation during prolonged mechanical ventilation: two randomized controlled trials. *JAMA* **307**, 1151–1160 (2012).
  250. Keating, G. M. Dexmedetomidine: A Review of Its Use for Sedation in the Intensive Care Setting. *Drugs* **75**, 1119–1130 (2015).
  251. Gerlach, A. T. & Murphy, C. V. Sedation with dexmedetomidine in the intensive care setting. *Open Access Emerg. Med. OAEM* **3**, 77–85 (2011).
  252. Mo, Y. *et al.* Clinical and economic impact of the use of dexmedetomidine for sedation in the intensive care unit compared to propofol. *Int. J. Clin. Pharm.* **42**, 1419–1424 (2020).
  253. Wang, W., Liu, Y., Liu, Y., Liu, F. & Ma, Y. Comparison of Cognitive Impairments After Intensive Care Unit Sedation Using Dexmedetomidine and Propofol Among Older Patients. *J. Clin. Pharmacol.* **59**, 821–828 (2019).
  254. Wolf, A. *et al.* Prospective multicentre randomised, double-blind, equivalence study comparing clonidine and midazolam as intravenous sedative agents in critically ill children: the SLEEPS (Safety profile, Efficacy and Equivalence in Paediatric intensive care Sedation) study. *Health Technol. Assess. Winch. Engl.* **18**, 1–212 (2014).

255. Srivastava, U. *et al.* Comparison of clonidine and dexmedetomidine for short-term sedation of intensive care unit patients. *Indian J. Crit. Care Med. Peer-Rev. Off. Publ. Indian Soc. Crit. Care Med.* **18**, 431–436 (2014).
256. Nelson, D. & Thanga, D. The use of morphine in the intensive care unit. *Anaesthesia* **44**, 70–71 (1989).
257. Shelly, M. & Park, G. R. Renal failure and use of morphine in intensive care. *Lancet Lond. Engl.* **1**, 1100 (1985).
258. Bion, J. F. *et al.* Sedation in intensive care: morphine and renal function. *Intensive Care Med.* **12**, 359–365 (1986).
259. Park, G. R., Shelly, M. P., Manara, A. R. & Quinn, K. Sedation in intensive care: morphine and renal failure. *Intensive Care Med.* **13**, 365–367 (1987).
260. Osborne, R. J., Joel, S. P. & Slevin, M. L. Morphine intoxication in renal failure: the role of morphine-6-glucuronide. *Br. Med. J. Clin. Res. Ed* **292**, 1548–1549 (1986).
261. Dyer, R. A., Anderson, B. J., Mitchell, W. L. & Hall, J. M. Postoperative pain control with a continuous infusion of epidural sufentanil in the intensive care unit: a comparison with epidural morphine. *Anesth. Analg.* **71**, 130–136 (1990).
262. Chinachoti, T., Kessler, P., Kirkham, A. & Werawatganon, T. Remifentanil vs morphine for patients in intensive care unit who need short-term mechanical ventilation. *J. Med. Assoc. Thail. Chotmaihet Thangphaet* **85 Suppl 3**, S848–857 (2002).
263. Aoki, Y. *et al.* Effects of fentanyl administration in mechanically ventilated patients in the intensive care unit: a systematic review and meta-analysis. *BMC Anesthesiol.* **22**, 323 (2022).
264. Cevik, F., Celik, M., Clark, P. M. & Macit, C. Sedation and analgesia in intensive care: a comparison of fentanyl and remifentanil. *Pain Res. Treat.* **2011**, 650320 (2011).
265. Yate, P. M., Thomas, D. & Sebel, P. S. Alfentanil infusion for sedation and analgesia in intensive care. *Lancet Lond. Engl.* **2**, 396–397 (1984).
266. Cohen, A. T. Experience with alfentanil infusion as an intensive care sedative analgesic. *Eur. J. Anaesthesiol. Suppl.* **1**, 63–66 (1987).
267. Cohen, A. T. & Kelly, D. R. Assessment of alfentanil by intravenous infusion as long-term sedation in intensive care. *Anaesthesia* **42**, 545–548 (1987).
268. Carrer, S., Bocchi, A., Candini, M., Donegà, L. & Tartari, S. Short term analgesia based sedation in the Intensive Care Unit: morphine vs remifentanil + morphine. *Minerva Anesthesiol.* **73**, 327–332 (2007).
269. de Souza, R. L. P. *et al.* Impact of a Multimodal Analgesia Protocol in an Intensive Care Unit: A Pre-post Cohort Study. *Cureus* **14**, e22786 (2022).
270. Kouček, M. *et al.* A comparative study of intravenous paracetamol and fentanyl for pain management in ICU. *Iran. J. Pharm. Res. IJPR* **12**, 193–198 (2013).
271. Girard, P., Chauvin, M. & Verleye, M. Nefopam analgesia and its role in multimodal analgesia: A review of preclinical and clinical studies. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.* **43**, 3–12 (2016).
272. Memis, D., Inal, M. T., Kavalci, G., Sezer, A. & Sut, N. Intravenous paracetamol reduced the use of opioids, extubation time, and opioid-related adverse effects after major surgery in intensive care unit. *J. Crit. Care* **25**, 458–462 (2010).
273. Vitug, S., Ravi, V. & Thangathurai, D. Sedation with ketamine and fentanyl combination improves patient outcomes in intensive care units. *SN Compr. Clin. Med.* **2**, 1139–1140 (2020).
274. Perbet, S. *et al.* Low doses of ketamine reduce delirium but not opiate consumption in mechanically ventilated and sedated ICU patients: A randomised double-blind control trial. *Anaesth. Crit. Care Pain Med.* **37**, 589–595 (2018).

275. Elia, N., Lysakowski, C. & Tramèr, M. R. Does multimodal analgesia with acetaminophen, nonsteroidal antiinflammatory drugs, or selective cyclooxygenase-2 inhibitors and patient-controlled analgesia morphine offer advantages over morphine alone? Meta-analyses of randomized trials. *Anesthesiology* **103**, 1296–1304 (2005).
276. Capdevila, M., Ramin, S. & Capdevila, X. Regional anesthesia and analgesia after surgery in ICU. *Curr. Opin. Crit. Care* **23**, 430–439 (2017).
277. Newman, P. J. *et al.* A comparison of cisatracurium (51W89) and atracurium by infusion in critically ill patients. *Crit. Care Med.* **25**, 1139–1142 (1997).
278. Pearson, A. J., Harper, N. J. & Pollard, B. J. The infusion requirements and recovery characteristics of cisatracurium or atracurium in intensive care patients. *Intensive Care Med.* **22**, 694–698 (1996).
279. Vallabh, P., Ha, M. & Ahern, K. Efficacy and Safety of Cisatracurium Compared to Vecuronium for Neuromuscular Blockade in Acute Respiratory Distress Syndrome. *J. Intensive Care Med.* **38**, 188–195 (2023).
280. VanderWeide, L. A., Abdel-Rasoul, M. & Gerlach, A. T. The Incidence of hypotension with continuous infusion atracurium compared to cisatracurium in the Intensive Care Unit. *Int. J. Crit. Illn. Inj. Sci.* **7**, 113–118 (2017).
281. Murray, M. J. *et al.* Double-blind, randomized, multicenter study of doxacurium vs. pancuronium in intensive care unit patients who require neuromuscular-blocking agents. *Crit. Care Med.* **23**, 450–458 (1995).
282. Prielipp, R. C. *et al.* Comparison of the infusion requirements and recovery profiles of vecuronium and cisatracurium 51W89 in intensive care unit patients. *Anesth. Analg.* **81**, 3–12 (1995).
283. Kanji, S., Barletta, J. F., Janisse, J. J., Kruse, J. A. & Devlin, J. W. Tachyphylaxis associated with continuous cisatracurium versus pancuronium therapy. *Pharmacotherapy* **22**, 823–830 (2002).
284. Robinson, B. R. H. *et al.* An analgesia-delirium-sedation protocol for critically ill trauma patients reduces ventilator days and hospital length of stay. *J. Trauma* **65**, 517–526 (2008).
285. Skrobik, Y. *et al.* Protocolized intensive care unit management of analgesia, sedation, and delirium improves analgesia and subsyndromal delirium rates. *Anesth. Analg.* **111**, 451–463 (2010).
286. Manning, L. *The Man who Awoke*. (Ballantine Books, 1975).
287. Weinbaum, S. G. *Pygmalion's Spectacles*. (Simon and Schuster, 2016).
288. Viveiros, L., Júnior, J., & Bragança. Augmented Reality and its aspects: a case study for heating systems. (2018). doi:10.13140/RG.2.2.35882.57288.
289. US3050870 Sensorama simulator. [https://patentscope.wipo.int/search/fr/detail.jsf?docId=US35943421&\\_cid=P20-LIEWOS-93714-1](https://patentscope.wipo.int/search/fr/detail.jsf?docId=US35943421&_cid=P20-LIEWOS-93714-1).
290. Stadler, S. *The Integration of Virtual Reality into the Design Process*. (2021).
291. Staadt, O. *The Ultimate Display*.
292. Sutherland, I. E. *A head-mounted three dimensional display*.
293. Aspen Moviemap. <http://www.naimark.net/projects/aspen.html>.
294. Rosson, L. *The Virtual Interface Environment Workstation (VIEW)*, 1990. NASA [http://www.nasa.gov/ames/spinoff/new\\_continent\\_of\\_ideas](http://www.nasa.gov/ames/spinoff/new_continent_of_ideas) (2014).
295. *A Visually-Coupled Airborne Systems Simulator (VCASS) - An Approach to Visual Simulation*. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA039999>.
296. Boyer, S. A Virtual Failure: Evaluating the Success of Nintendo's Virtual Boy. *Velv. Light Trap* 23–33 (2009) doi:10.5555/vlt.2009.64.23.

297. Desai, P. R., Desai, P. N., Ajmera, K. D. & Mehta, K. A Review Paper on Oculus Rift-A Virtual Reality Headset. Preprint at <https://doi.org/10.48550/arXiv.1408.1173> (2014).
298. Tiwari, I., Solankar, D. & Khande, D. R. Virtual and Augmented Realms: The Evolution of Video Games with VR and AR Technology. *Vidhyayana - Int. Multidiscip. Peer-Rev. E-J. - ISSN 2454-8596* **8**, 545–561 (2023).
299. Voici Apple Vision Pro : le premier ordinateur spatial d'Apple. *Apple Newsroom (France)* <https://www.apple.com/fr/newsroom/2023/06/introducing-apple-vision-pro/>.
300. Berthoz, A. *Le traité de la réalité virtuelle*. (Presses des MINES, 2006).
301. Parisi, T. *Learning Virtual Reality: Developing Immersive Experiences and Applications for Desktop, Web, and Mobile*. (O'Reilly Media, Inc., 2015).
302. Visuel, par I. R.-V. E. Vision et âge au Travail. *Ergonomie visuelle.conseil* <https://ergonomie-visuelle.com/vision-age-travail/> (2015).
303. MalabouM, H.-T. Dossier VR: Positional tracking, human tracking et full body tracking. *Homido* <https://homido.com/dossier-positional-tracking/> (2016).
304. Perspectives from the Global Entertainment & Media Outlook 2021-2025.
305. Oculus Venues sur Oculus Quest. *Oculus* <https://www.oculus.com/experiences/quest/2464560730245504/>.
306. "Pure McCartney VR" Documentary Series launched. *The Paul McCartney project* <https://www.the-paulmccartney-project.com/2016/05/pure-mccartney-vr-documentary-series-launched/>.
307. CNN Will Live Stream Democratic Debate in Virtual Reality. <https://cnnpressroom.blogs.cnn.com/2015/09/24/cnn-will-live-stream-democratic-debate-in-virtual-reality/>.
308. De la scène à la réalité virtuelle - Projets. *Opéra national de Paris* <https://www.operadeparis.fr/mon-opera-engage/de-la-scene-a-la-realite-virtuelle>.
309. Rencontrez The Enemy. <http://theenemyishere.org>.
310. Nagao, K., Yang, M., Cao, X. & Miyakawa, Y. Building-Scale Virtual Reality: Another Way to Extend Real World. in *2019 IEEE Conference on Multimedia Information Processing and Retrieval (MIPR)* 205–211 (2019). doi:10.1109/MIPR.2019.00044.
311. Be Earth #13. *XR Impact* <https://xrimpact.com/be-earth/>.
312. Markowitz, D. M., Laha, R., Perone, B. P., Pea, R. D. & Bailenson, J. N. Immersive Virtual Reality Field Trips Facilitate Learning About Climate Change. *Front. Psychol.* **9**, 2364 (2018).
313. Barrera Machuca, M. D., Stuerzlinger, W. & Asente, P. The Effect of Spatial Ability on Immersive 3D Drawing. in *Proceedings of the 2019 Conference on Creativity and Cognition* 173–186 (Association for Computing Machinery, 2019). doi:10.1145/3325480.3325489.
314. Jung, T., tom Dieck, M. C., Lee, H. & Chung, N. Effects of Virtual Reality and Augmented Reality on Visitor Experiences in Museum. in *Information and Communication Technologies in Tourism 2016* (eds. Inversini, A. & Schegg, R.) 621–635 (Springer International Publishing, 2016). doi:10.1007/978-3-319-28231-2\_45.
315. d'Huart, D. M. La réalité virtuelle : un média pour apprendre. in 331(EPI ; INRP, 2001).
316. 7 Things You Should Know About Augmented Reality, Virtual Reality, and Mixed Reality.
317. Visions of Dubai. *Alchemy Immersive* <https://alchemyimmersive.com/productions/visions-of-dubai/>.

318. Expedition Galapagos. *Alchemy Immersive*  
<https://alchemyimmersive.com/productions/galapagos-vr/>.
319. Museum Alive with David Attenborough. *Alchemy Immersive*  
<https://alchemyimmersive.com/productions/museum-alive-mr/>.
320. La Joconde en réalité virtuelle chez vous. *Le Louvre* <https://www.louvre.fr/en-ce-moment/vie-du-musee/la-joconde-en-realite-virtuelle-chez-vous> (1615895097).
321. VR Training // Virtual Reality Education. *Unimersiv* <https://unimersiv.com?lang=fr>.
322. Immersive VR Education. *Oculus*  
<https://www.oculus.com/experiences/rift/1851142431573909/>.
323. Chapelle Magi en VR - Remote Learning. *EON Reality* <https://eonreality.com/use-case/chapelle-magi-en-vr/?lang=fr>.
324. Space Descent VR. *Alchemy Immersive*  
<https://alchemyimmersive.com/productions/space-descent-vr-with-tim-peake-2/>.
325. Rashid Rover: Moon Mission. *Alchemy Immersive*  
<https://alchemyimmersive.com/productions/rashid-rover-moon-mission/>.
326. SCIENCE VR CASE STUDY: Space (Student Age 9-10). *ClassVR*  
<https://www.classvr.com/case-studies/science-space-student-age-9-10/>.
327. Atomic Ghost Fleet. *Alchemy Immersive*  
<https://alchemyimmersive.com/productions/atomic-ghost-fleet/>.
328. David Attenborough's Great Barrier Reef Dive VR. *Alchemy Immersive*  
<https://alchemyimmersive.com/productions/david-attenboroughs-great-barrier-reef-dive-vr/>.
329. Google Expeditions Pioneer Program | Scarfe Digital Sandbox.  
<https://scarfedigitalsandbox.teach.educ.ubc.ca/google-expeditions-pioneer-program/>.
330. Économisez 55% sur VR Travelling in the Roman Empire (VR Rome Time machine travel in history) sur Steam.  
[https://store.steampowered.com/app/1386530/VR\\_Travelling\\_in\\_the\\_Roman\\_Empire\\_VR\\_Rome\\_Time\\_machine\\_travel\\_in\\_history/](https://store.steampowered.com/app/1386530/VR_Travelling_in_the_Roman_Empire_VR_Rome_Time_machine_travel_in_history/).
331. Économisez 55% sur VR historical journey to the age of Crusaders: Medieval Jerusalem, Saracen Cities, Arabic Culture, East Land sur Steam.  
[https://store.steampowered.com/app/1405170/VR\\_historical\\_journey\\_to\\_the\\_age\\_of\\_Crusaders\\_Medieval\\_Jerusalem\\_Saracen\\_Cities\\_Arabic\\_Culture\\_East\\_Land/](https://store.steampowered.com/app/1405170/VR_historical_journey_to_the_age_of_Crusaders_Medieval_Jerusalem_Saracen_Cities_Arabic_Culture_East_Land/).
332. WW1 Line of Fire. *WW1 Line of Fire* <https://line-of-fire.com>.
333. 1943 Berlin Blitz sur Steam.  
[https://store.steampowered.com/app/513490/1943\\_Berlin\\_Blitz/](https://store.steampowered.com/app/513490/1943_Berlin_Blitz/).
334. Pietikäinen, O., Hämäläinen, P., Lehtinen, J. & Karttunen, A. VRChem: A Virtual Reality Molecular Builder. *Appl. Sci.* **11**, 10767 (2021).
335. RCSB PDB Newsletter: Education Corner. [https://cdn.rcsb.org/rcsb-pdb/general\\_information/news\\_publications/newsletters/2017q2/corner.html](https://cdn.rcsb.org/rcsb-pdb/general_information/news_publications/newsletters/2017q2/corner.html).
336. Experiments in Virtual Reality at W&L's IQ Center – Academic Technologies @ W&L. <https://academic.wlu.edu/2016/12/13/experiments-in-virtual-reality-at-wls-iq-center/>.
337. Explore the Human Brain in VR with 'A Journey into the Brain' from Unimersiv. *Unimersiv* <https://unimersiv.com/will-soon-able-explore-human-brain-vr/> (2017).
338. Solar System Scope VR – Applications sur Google Play.  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.eu.inove.solarvr&hl=fr>.

339. Demitriadou, E., Stavroulia, K.-E. & Lanitis, A. Comparative evaluation of virtual and augmented reality for teaching mathematics in primary education. *Educ. Inf. Technol.* **25**, 381–401 (2020).
340. Lee, C. & Shea, M. Exploring the use of virtual reality by pre-service elementary teachers for teaching science in the elementary classroom. *J. Res. Technol. Educ.* **52**, 1–15 (2020).
341. Past Projects – Grinnell College Immersive Experiences Lab. <https://gciel.sites.grinnell.edu/past-projects/>.
342. Life Before Birth. *Alchemy Immersive*  
<https://alchemyimmersive.com/productions/life-before-birth/>.
343. Mantis Shrimp VR. *Alchemy Immersive*  
<https://alchemyimmersive.com/productions/mantis-shrimp-vr/>.
344. Micro Monsters with David Attenborough. *Alchemy Immersive*  
<https://alchemyimmersive.com/productions/micro-monsters-with-david-attenborough/>.
345. Inside the Hive. *Alchemy Immersive*  
<https://alchemyimmersive.com/productions/inside-the-hive/>.
346. Cocos: Shark Island. *Alchemy Immersive*  
<https://alchemyimmersive.com/productions/cocos-shark-island/>.
347. VT Virtual Weather.  
[https://hci.icat.vt.edu/content/hci\\_icat\\_vt\\_edu/en/research/vt-virtual-weather.html](https://hci.icat.vt.edu/content/hci_icat_vt_edu/en/research/vt-virtual-weather.html).
348. Remote Education – Explorateur de moteur. *EON Reality*  
<https://eonreality.com/use-case/explorateur-de-moteur-2/?lang=fr>.
349. Experiencing the Impacts of Racism Through Immersive Virtual Reality Is Now Possible. *The Columbia School of Social Work*  
<https://socialwork.columbia.edu/blog/experiencing-the-impacts-of-racism-through-immersive-virtual-reality-is-now-possible/>.
350. Ahmad, W. F. W., Sarlan, A. & Rauf, N. A. ESCAPE: Interactive Fire Simulation and Training for Children Using Virtual Reality. in *Recent Trends in Data Science and Soft Computing* (eds. Saeed, F., Gazem, N., Mohammed, F. & Busalim, A.) 670–679 (Springer International Publishing, 2019). doi:10.1007/978-3-319-99007-1\_62.
351. Catalogue métiers Métiers 360. *Métiers 360*  
<https://www.metiers360.com/catalogue-metiers-realite-virtuelle/>.
352. Students explore life as CEO with virtual reality – Notre Dame Business Mendoza College of Business. *Mendoza College of Business*  
<https://mendoza.nd.edu/news/students-explore-life-as-ceo-with-virtual-reality/>.
353. Altinpulluk, H. Determining the trends of using augmented reality in education between 2006–2016. *Educ. Inf. Technol.* **24**, 1089–1114 (2019).
354. Edwards, B. I., Bielawski, K. S., Prada, R. & Cheok, A. D. Haptic virtual reality and immersive learning for enhanced organic chemistry instruction. *Virtual Real.* **23**, 363–373 (2019).
355. Chen, S. *et al.* Can virtual reality improve traditional anatomy education programmes? A mixed-methods study on the use of a 3D skull model. *BMC Med. Educ.* **20**, 395 (2020).
356. Cooper, G., Park, H., Nasr, Z., Thong, L. P. & Johnson, R. Using virtual reality in the classroom: preservice teachers' perceptions of its use as a teaching and learning tool. *Educ. Media Int.* **56**, 1–13 (2019).

357. Experience on Demand: What Virtual Reality Is, How It Works, and What It Ca... - Google Books.  
[https://www.google.fr/books/edition/Experience\\_on\\_Demand\\_What\\_Virtual\\_Reality/2fkqDwAAQBAJ?hl=fr&gbpv=1&dq=experience+on+demand+jeremy+bailenson&pg=PT200&printsec=frontcover](https://www.google.fr/books/edition/Experience_on_Demand_What_Virtual_Reality/2fkqDwAAQBAJ?hl=fr&gbpv=1&dq=experience+on+demand+jeremy+bailenson&pg=PT200&printsec=frontcover).
358. La réalité virtuelle pour l'armée | Défense. *Imagine 4D* <https://imagine-4d.com/fr/industries/defense-securite/>.
359. Enhanced Training Realism with Multisensory Simulation | BISim. *Bohemia Interactive Simulations* <https://bisimulations.com/customer-showcase/enhanced-training-realism-multisensory-simulation>.
360. Formation en réalité virtuelle - Accueil. *Visio VR* <https://visio-vr.com/>.
361. Honeywell Introduces Virtual Reality-Based Simulator To Optimize Training For Industrial Workers.  
<https://www.honeywell.com/us/en/press/2020/10/honeywell-introduces-virtual-reality-based-simulator-to-optimize-training-for-industrial-workers>.
362. Formation en maintenance VR - EON Reality VR Maintenance Training. *EON Reality* <https://eonreality.com/use-case/formation-en-maintenance-vr/?lang=fr>.
363. Former les opérateurs de première ligne avec Uptale, le défi Michelin. *Uptale* <https://www.uptale.io/industriel/former-operateurs-terrain-en-realite-virtuelle/> (2023).
364. Formation virtuelle interactive - Formation sur les services forestiers vr - EON Reality. <https://eonreality.com/use-case/formation-sur-les-services-forestiers-vr/?lang=fr>.
365. Michelin teste la formation 3D - L'IMAGERIE 3D. *LE BLOG DE L'IMAGERIE 3D* <https://www.limagerie3d.com/blog/2015/09/08/michelin-teste-la-formation-3d/> (2015).
366. Nos références en réalité virtuelle - Thales. *Artefacto* <https://www.artefacto-ar.com/reference/thales-rxu-htc-vive/> (2017).
367. VR Fire Simulation | Our Work | WYLog. *WYLog* <https://www.wylog.com/fr/our-work/vr-fire-simulation/>.
368. Formation en laboratoire VR d'apprentissage à distance. *EON Reality* <https://eonreality.com/use-case/formation-en-laboratoire-vr-dapprentissage-a-distance/?lang=fr>.
369. Formations premiers secours et incendie en réalité virtuelle. <https://www.dunseulgeste.fr/> <https://www.dunseulgeste.fr/>.
370. Ovation: Speak Confidently. From Virtual to Reality. <https://www.ovationvr.com/>.
371. Hands-On Training - Vr Airport Security and Safety Training (en). *EON Reality* <https://eonreality.com/use-case/vr-airport-security-and-safety-training-en-2/?lang=fr>.
372. Formation immersive sur la sécurité - Formation VR: Aviation. *EON Reality* <https://eonreality.com/use-case/formation-vr-aviation/?lang=fr>.
373. Virol, G. UPS forme ses chauffeurs en réalité virtuelle. *REALITE-VIRTUELLE.COM* <https://www.realite-virtuelle.com/ups-formation-chauffeur-vr-1608/> (2017).
374. L. B. Walmart achète 17000 Oculus Go pour former ses employés dans la VR. *REALITE-VIRTUELLE.COM* <https://www.realite-virtuelle.com/walmart-oculus-go/> (2018).
375. Prévention des risques : Manpower change la donne grâce à la réalité virtuelle - Manpowergroup. <https://www.manpowergroup.fr/realite-virtuelle-manpower-france-bouygues-construction/>.

376. POLE-EMPLOI.FR. Immersion métiers : découvrez en réalité virtuelle votre futur métier ! <https://www.pole-emploi.fr/region/auvergne-rhone-alpes/marche-du-travail/metiers-et-secteurs-qui-recruten/immersion-metiers.html>.
377. POLE-EMPLOI.FR. Mon entretien d'embauche VR. <https://www.pole-emploi.fr/region/reunion/candidat/conseils-a-lemploi/lentretien/mon-entretien-dembauche-vr.html>.
378. Onboarding Immersif - L'immersion au service de l'aide à la vente. *VR Academie* <https://www.vr-academie.fr/studio-de-production/onboarding-immersif/>.
379. Huang, Y., Churches, L. & Reilly, B. A Case Study on Virtual Reality American Football Training. in *Proceedings of the 2015 Virtual Reality International Conference 1-5* (Association for Computing Machinery, 2015). doi:10.1145/2806173.2806178.
380. Lvov, M. S. & Popova, H. V. Simulation technologies of virtual reality usage in the training of future ship navigators. (2019) doi:10.31812/educdim.v53i1.3840.
381. Ordaz, N., Romero, D., Gorecky, D. & Siller, H. Serious Games and Virtual Simulator for Automotive Manufacturing Education & Training. in vol. 75 (2015).
382. Abidi, M. H., Al-Ahmari, A., Ahmad, A., Ameen, W. & Alkhalefah, H. Assessment of virtual reality-based manufacturing assembly training system. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* **105**, 3743–3759 (2019).
383. Formation HSE VR pour les équipes à distance et sur site. *Immersive Factory* <https://immersivfactory.com/fr>.
384. IKEA VR Experience sur Steam. [https://store.steampowered.com/app/447270/IKEA\\_VR\\_Experience/](https://store.steampowered.com/app/447270/IKEA_VR_Experience/).
385. Yuan, M. *et al.* A Mixed Reality Virtual Clothes Try-On System. *IEEE Trans. Multimed.* **15**, 1958–1968 (2013).
386. Balenciaga | Fall 21. <https://videogame.balenciaga.com/en/>.
387. Boursin@ Sensorium 360 Virtual Reality Experience #BoursinSensorium - YouTube. [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=4&v=XRik3h5M-qU](https://www.youtube.com/watch?time_continue=4&v=XRik3h5M-qU).
388. Pepsi Go Back. *Pepsi* <https://pepsigoback.com/pepsigoback.com>.
389. Leung, X. Y., Lyu, J. & Bai, B. A fad or the future? Examining the effectiveness of virtual reality advertising in the hotel industry. *Int. J. Hosp. Manag.* **88**, 102391 (2020).
390. Lyu, J., Leung, X., Bai, B. & Stafford, M. Hotel virtual reality advertising: a presence-mediated model and gender effects. *J. Hosp. Tour. Technol.* **12**, 409–422 (2021).
391. *Shangri-La Hotels Virtual Reality Tour*. (2015).
392. Visite en réalité virtuelle de la pyramide de Khéops. *Cité de l'architecture & du patrimoine* <http://www.citedelarchitecture.fr/fr/evenement/visite-en-realite-virtuelle-de-la-pyramide-de-kheops>.
393. Virtual Reality (VR) Tour of Taj Mahal - India 360 Degree. <http://360degree.mijr.org/vrtajmahal/>.
394. Machu Picchu. [https://www.youvisit.com/tour/machupicchu/80561?\\_sp=e6d702cc-db34-4f56-g66g-ffffc828a85d.1687681676943&pl=w](https://www.youvisit.com/tour/machupicchu/80561?_sp=e6d702cc-db34-4f56-g66g-ffffc828a85d.1687681676943&pl=w).
395. Zip World Velocity 360° VR Adventure - Visit Wales - YouTube. [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=33&v=M6NAFiSBJOU&embeds\\_referring\\_euri=https%3A%2F%2Fmetamandrill.com%2F&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?time_continue=33&v=M6NAFiSBJOU&embeds_referring_euri=https%3A%2F%2Fmetamandrill.com%2F&feature=emb_title).
396. Van Gogh Museum 4K Virtual Tour || Part 1/7 || - YouTube. [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=139&v=SRDEmb5Eo\\_Y&embeds\\_referring\\_euri=https%3A%2F%2Fwww.beauxarts.com%2F&embeds\\_referring\\_origin=https%3A%2F%2Fwww.beauxarts.com&source\\_ve\\_path=MjM4NTE&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?time_continue=139&v=SRDEmb5Eo_Y&embeds_referring_euri=https%3A%2F%2Fwww.beauxarts.com%2F&embeds_referring_origin=https%3A%2F%2Fwww.beauxarts.com&source_ve_path=MjM4NTE&feature=emb_title).

397. *Sellicks Beach, Glenelg & McLaren Vale, South Australia, Australia | 360 Video | Tourism Australia.* (2016).
398. Hasenfratz, J. & Université de Liège > Master sc. gest., À. F. Un voyage au-delà de la réalité: l'influence de la réalité virtuelle sur les expériences de marque et les intentions de visite dans le tourisme. (2020).
399. *Innovation: Voyages-sncf.com expérimente la Réalité Virtuelle pour la préparation du voyage.* (2016).
400. *Ancient city of Petra, Jordan. Aerial 360 video in 8K. Virtual travel.* (2020).
401. *Vivez Versailles 360° // 360° Virtual Reality Versailles Experience.* (2018).
402. Meet The Mountain Gorillas - 360 VR Video - Short Version - YouTube  
<https://www.youtube.com/watch?v=4xkUlegJ2BU&list=PLQAvq4vsSFLe8JrwWXN2jiihhjb-Z1hND>.
403. Virtual Arctic Expedition sur Steam.  
[https://store.steampowered.com/app/1049090/Virtual\\_Arctic\\_Expedition/](https://store.steampowered.com/app/1049090/Virtual_Arctic_Expedition/).
404. Under The Waves sur Steam.  
[https://store.steampowered.com/app/1975440/Under\\_The\\_Waves/](https://store.steampowered.com/app/1975440/Under_The_Waves/).
405. Diluvion: Resubmerged sur Steam.  
[https://store.steampowered.com/app/446790/Diluvion\\_Resubmerged/](https://store.steampowered.com/app/446790/Diluvion_Resubmerged/).
406. EVEREST VR™ sur Steam.  
[https://store.steampowered.com/app/384750/EVEREST\\_VR/](https://store.steampowered.com/app/384750/EVEREST_VR/).
407. Mars 2030 sur Steam.  
[https://store.steampowered.com/app/510850/Mars\\_2030/](https://store.steampowered.com/app/510850/Mars_2030/).
408. Apollo 11 VR sur Steam.  
[https://store.steampowered.com/app/457860/Apollo\\_11\\_VR/](https://store.steampowered.com/app/457860/Apollo_11_VR/).
409. The Grand Canyon VR Experience sur Steam.  
[https://store.steampowered.com/app/407710/The\\_Grand\\_Canyon\\_VR\\_Experience/](https://store.steampowered.com/app/407710/The_Grand_Canyon_VR_Experience/).
410. Virtual reality comes to real estate. (2017).
411. Özacar, K., Ortakci, Y., Kahraman, I., Durgut, R. & Karaş, İ. A LOW-COST AND LIGHTWEIGHT 3D INTERACTIVE REAL ESTATE-PURPOSED INDOOR VIRTUAL REALITY APPLICATION. in vol. IV-4/W4 307–310 (2017).
412. Wang, J. & Thakkar, N. Reproduce the Architectural Landscape Based on Computer Virtual Reality Technology. *Open Autom. Control Syst. J.* **6**, 1843–1848 (2014).
413. Allen, M. T., Cadena, A., Rutherford, J. & Rutherford, R. C. Effects of Real Estate Brokers' Marketing Strategies: Public Open Houses, Broker Open Houses, MLS Virtual Tours, and MLS Photographs. *J. Real Estate Res.* **37**, 343–370 (2015).
414. Ivanov, I. Des dispositifs mobiles à la réalité virtuelle : le projet immersif Immo3D au service du réseau d'agences immobilières MLS. *Commun. Organ.* **52**, 165–180 (2017).
415. SSS9\_2013\_REF001\_P.pdf.
416. Cook, M. *et al.* Challenges and Strategies for Educational Virtual Reality. *Inf. Technol. Libr.* **38**, 25–48 (2019).
417. Hilfert, T. & König, M. Low-cost virtual reality environment for engineering and construction. *Vis. Eng.* **4**, 2 (2016).
418. Mathur, A. S. Low cost virtual reality for medical training. in *2015 IEEE Virtual Reality (VR)* 345–346 (2015). doi:10.1109/VR.2015.7223437.
419. Miller, S. A., Misch, N. J. & Dalton, A. J. Low-Cost, Portable, Multi-Wall Virtual Reality. in (2005).
420. Infographic\_Education\_PDSurvey\_JUN15\_AP.pdf.

421. Lewis, C. H. & Griffin, M. J. Human factors consideration in clinical applications of virtual reality. *Stud. Health Technol. Inform.* **44**, 35–56 (1997).
422. Chen, Y., Smith, T. J., York, C. S. & Mayall, H. J. Google Earth Virtual Reality and expository writing for young English Learners from a Funds of Knowledge perspective. *Comput. Assist. Lang. Learn.* **33**, 1–25 (2020).
423. Davis, S., Nesbitt, K. & Nalivaiko, E. A Systematic Review of Cybersickness. in *Proceedings of the 2014 Conference on Interactive Entertainment* 1–9 (Association for Computing Machinery, 2014). doi:10.1145/2677758.2677780.
424. Regan, E. C. & Price, K. R. The frequency of occurrence and severity of side-effects of immersion virtual reality. *Aviat. Space Environ. Med.* **65**, 527–530 (1994).
425. da Silva Marinho, A., Terton, U. & Jones, C. M. Cybersickness and postural stability of first time VR users playing VR videogames. *Appl. Ergon.* **101**, 103698 (2022).
426. Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S. & Lilienthal, M. G. Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. *Int. J. Aviat. Psychol.* **3**, 203–220 (1993).
427. Shafer, D. M., Carbonara, C. P. & Korpi, M. F. Factors Affecting Enjoyment of Virtual Reality Games: A Comparison Involving Consumer-Grade Virtual Reality Technology. *Games Health J.* **8**, 15–23 (2019).
428. Cybermalaises – Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO. <http://w3.uqo.ca/cyberpsy/index.php/cybermalaises/>.
429. Freeman, D. *et al.* Virtual reality (VR) therapy for patients with psychosis: satisfaction and side effects. *Psychol. Med.* 1–12 (2022) doi:10.1017/S0033291722001167.
430. VR glasses blur reality leading to death blow for Moscow resident. *TASS* <https://tass.com/society/982465>.
431. Park, S. & Lee, G. Full-immersion virtual reality: Adverse effects related to static balance. *Neurosci. Lett.* **733**, 134974 (2020).
432. Barreda-Ángeles, M. & Hartmann, T. Hooked on the metaverse? Exploring the prevalence of addiction to virtual reality applications. *Front. Virtual Real.* **3**, (2022).
433. Rajan, A. V. *et al.* Virtual Reality Gaming Addiction. in *2018 Fifth HCT Information Technology Trends (ITT)* 358–363 (2018). doi:10.1109/CTIT.2018.8649547.
434. Merkkx, C. & Nawijn, J. Virtual reality tourism experiences: Addiction and isolation. *Tour. Manag.* **87**, 104394 (2021).
435. Osso VR. <https://www.ossovr.com/>.
436. Stryker – Formation à la chirurgie en réalité virtuelle | UniVR Studio. <https://www.univrstudio.com/project/formation-chirurgie-en-realite-virtuelle-stryker/>, <https://www.univrstudio.com/project/formation-chirurgie-en-realite-virtuelle-stryker/>.
437. Bernardo, A. Virtual Reality and Simulation in Neurosurgical Training. *World Neurosurg.* **106**, 1015–1029 (2017).
438. Nayer, Z. H., Murdock, B., Dharia, I. P. & Belyea, D. A. Predictive and construct validity of virtual reality cataract surgery simulators. *J. Cataract Refract. Surg.* **46**, 907–912 (2020).
439. Ayoub, A. & Pulijala, Y. The application of virtual reality and augmented reality in Oral & Maxillofacial Surgery. *BMC Oral Health* **19**, 238 (2019).
440. Long, A. S., Almeida, M. N., Chong, L. & Prsic, A. Live Virtual Surgery and Virtual Reality in Surgery: Potential Applications in Hand Surgery Education. *J. Hand Surg.* **48**, 499–505 (2023).
441. Guerriero, L. *et al.* Virtual Reality Exploration and Planning for Precision Colorectal Surgery. *Dis. Colon Rectum* **61**, 719–723 (2018).

442. Orland, M. D., Patetta, M. J., Wieser, M., Kayupov, E. & Gonzalez, M. H. Does Virtual Reality Improve Procedural Completion and Accuracy in an Intramedullary Tibial Nail Procedure? A Randomized Control Trial. *Clin. Orthop.* **478**, 2170–2177 (2020).
443. Munawar, A. *et al.* Fully immersive virtual reality for skull-base surgery: surgical training and beyond. *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.* (2023) doi:10.1007/s11548-023-02956-5.
444. Yiannakopoulou, E., Nikiteas, N., Perrea, D. & Tsigris, C. Virtual reality simulators and training in laparoscopic surgery. *Int. J. Surg. Lond. Engl.* **13**, 60–64 (2015).
445. Vitale, S. G. *et al.* The value of virtual reality simulators in hysteroscopy and training capacity: a systematic review. *Minim. Invasive Ther. Allied Technol. MITAT Off. J. Soc. Minim. Invasive Ther.* **29**, 185–193 (2020).
446. Mao, R. Q. *et al.* Immersive Virtual Reality for Surgical Training: A Systematic Review. *J. Surg. Res.* **268**, 40–58 (2021).
447. McKinney, B., Dbeis, A., Lamb, A., Frousiakis, P. & Sweet, S. Virtual Reality Training in Unicompartamental Knee Arthroplasty: A Randomized, Blinded Trial. *J. Surg. Educ.* **79**, 1526–1535 (2022).
448. Blumstein, G. *et al.* Randomized Trial of a Virtual Reality Tool to Teach Surgical Technique for Tibial Shaft Fracture Intramedullary Nailing. *J. Surg. Educ.* **77**, 969–977 (2020).
449. Izard, S. G. *et al.* Virtual Reality as an Educational and Training Tool for Medicine. *J. Med. Syst.* **42**, 50 (2018).
450. SIMDOSE - Simulateur numérique d'entraînement au calcul de dose. *SimforHealth* <https://simforhealth.fr/simdose/>.
451. VR TRANSFU - PROCEDURE D'UN ACTE TRANSFUSIONNEL. *SimforHealth* <https://simforhealth.fr/vr-transfu/>.
452. VR CCI l Procédure de pose d'aiguille sur chambre à cathéter implantable. <https://simforhealth.fr/vr-cci/>.
453. Collection Infirmière - 9 simulateurs numériques. <https://simforhealth.fr/collection-ifs-2/>.
454. EM.SIM - Simulateur de formation à la radioprotection. *SimforHealth* <https://simforhealth.fr/simulateur-de-formation-a-la-radioprotection/>.
455. Services. *SimforHealth* <https://simforhealth.fr/services/>.
456. Formation Bloc opératoire. *Simango* <https://simango.fr/nos-solutions/formation-bloc-operatoire/>.
457. Formation circuit du médicament. *Simango* <https://simango.fr/nos-solutions/formation-chambre-erreurs-medicament/>.
458. Formation en Hygiène - Chambre des Erreurs. *Simango* <https://simango.fr/nos-solutions/formation-chambre-erreurs-hygiene/>.
459. Formation Identitovigilance. *Simango* <https://simango.fr/nos-solutions/formation-identitovigilance/>.
460. Formation Bienveillance: Améliorez la Qualité des Soins. *Simango* <https://simango.fr/nos-solutions/formation-chambre-erreurs-bienveillance/>.
461. Formation Sécurité Incendie: établissement sanitaire. *Simango* <https://simango.fr/nos-solutions/formation-securite-incendie-etablissement-sanitaire/>.
462. Bracq, M.-S., Michinov, E. & Jannin, P. Virtual Reality Simulation in Nontechnical Skills Training for Healthcare Professionals: A Systematic Review. *Simul. Healthc. J. Soc. Simul. Healthc.* **14**, 188–194 (2019).

463. Sattar, M. U. *et al.* Effects of Virtual Reality training on medical students' learning motivation and competency. *Pak. J. Med. Sci.* **35**, 852–857 (2019).
464. Cerezo Espinosa, C. *et al.* Virtual reality in cardiopulmonary resuscitation training: a randomized trial. *Emerg. Rev. Soc. Espanola Med. Emerg.* **31**, 43–46 (2019).
465. Lee, J. S. Implementation and Evaluation of a Virtual Reality Simulation: Intravenous Injection Training System. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **19**, 5439 (2022).
466. Oh, S. M. *et al.* Development and Usability of a Virtual Reality -Based Filler Injection Training System. *Aesthetic Plast. Surg.* **44**, 1833–1842 (2020).
467. Amini, H. *et al.* Feasibility and usability study of a pilot immersive virtual reality-based empathy training for dental providers. *J. Dent. Educ.* **85**, 856–865 (2021).
468. Chang, T. P., Hollinger, T., Dolby, T. & Sherman, J. M. Development and Considerations for Virtual Reality Simulations for Resuscitation Training and Stress Inoculation. *Simul. Healthc. J. Soc. Simul. Healthc.* **16**, e219–e226 (2021).
469. Jung, Y. Virtual Reality Simulation for Disaster Preparedness Training in Hospitals: Integrated Review. *J. Med. Internet Res.* **24**, e30600 (2022).
470. Roehr, M. *et al.* The Feasibility of Virtual Reality and Student-Led Simulation Training as Methods of Lumbar Puncture Instruction. *Med. Sci. Educ.* **31**, 117–124 (2021).
471. Atuel, H. R. & Kintzle, S. Comparing the training effectiveness of virtual reality and role play among future mental health providers. *Psychol. Trauma Theory Res. Pract Policy* **13**, 657–664 (2021).
472. Pourmand, A., Davis, S., Marchak, A., Whiteside, T. & Sikka, N. Virtual Reality as a Clinical Tool for Pain Management. *Curr. Pain Headache Rep.* **22**, 53 (2018).
473. Mallari, B., Spaeth, E. K., Goh, H. & Boyd, B. S. Virtual reality as an analgesic for acute and chronic pain in adults: a systematic review and meta-analysis. *J. Pain Res.* **12**, 2053–2085 (2019).
474. Deepesen. <http://www.deepesen.io/>.
475. Healthy Mind - La réalité virtuelle thérapeutique. *Healthy Mind* <https://healthymind.fr/>.
476. Hoffman, H. G. *et al.* Virtual reality hand therapy: A new tool for nonopioid analgesia for acute procedural pain, hand rehabilitation, and VR embodiment therapy for phantom limb pain. *J. Hand Ther. Off. J. Am. Soc. Hand Ther.* **33**, 254–262 (2020).
477. Le Du, K. *et al.* A New Option for Pain Prevention Using a Therapeutic Virtual Reality Solution for Bone Marrow Biopsy (REVEH Trial): Open-Label, Randomized, Multicenter, Phase 3 Study. *J. Med. Internet Res.* **25**, e38619 (2023).
478. Brea-Gómez, B. *et al.* Virtual Reality in the Treatment of Adults with Chronic Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **18**, 11806 (2021).
479. Czech, O. *et al.* Virtual Reality Interventions for Needle-Related Procedural Pain, Fear and Anxiety-A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Clin. Med.* **10**, 3248 (2021).
480. Xiang, H. *et al.* Efficacy of Smartphone Active and Passive Virtual Reality Distraction vs Standard Care on Burn Pain Among Pediatric Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw. Open* **4**, e2112082 (2021).
481. Karaveli Çakır, S. & Evirgen, S. The Effect of Virtual Reality on Pain and Anxiety During Colonoscopy: A Randomized Controlled Trial. *Turk. J. Gastroenterol. Off. J. Turk. Soc. Gastroenterol.* **32**, 451–457 (2021).
482. Huang, Q., Lin, J., Han, R., Peng, C. & Huang, A. Using Virtual Reality Exposure Therapy in Pain Management: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Value Health J. Int. Soc. Pharmacoeconomics Outcomes Res.* **25**, 288–301 (2022).

483. Tack, C. Virtual reality and chronic low back pain. *Disabil. Rehabil. Assist. Technol.* **16**, 637–645 (2021).
484. Ahern, M. M. *et al.* The Effectiveness of Virtual Reality in Patients With Spinal Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Pract. Off. J. World Inst. Pain* **20**, 656–675 (2020).
485. Bani Mohammad, E. & Ahmad, M. Virtual reality as a distraction technique for pain and anxiety among patients with breast cancer: A randomized control trial. *Palliat. Support. Care* **17**, 29–34 (2019).
486. Riva, G. & Serino, S. Virtual Reality in the Assessment, Understanding and Treatment of Mental Health Disorders. *J. Clin. Med.* **9**, 3434 (2020).
487. Carl, E. *et al.* Virtual reality exposure therapy for anxiety and related disorders: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J. Anxiety Disord.* **61**, 27–36 (2019).
488. Ioannou, A., Papastavrou, E., Avraamides, M. N. & Charalambous, A. Virtual Reality and Symptoms Management of Anxiety, Depression, Fatigue, and Pain: A Systematic Review. *SAGE Open Nurs.* **6**, 2377960820936163 (2020).
489. van Loenen, I., Scholten, W., Muntingh, A., Smit, J. & Batelaan, N. The Effectiveness of Virtual Reality Exposure-Based Cognitive Behavioral Therapy for Severe Anxiety Disorders, Obsessive-Compulsive Disorder, and Posttraumatic Stress Disorder: Meta-analysis. *J. Med. Internet Res.* **24**, e26736 (2022).
490. Cieřlik, B. *et al.* Virtual reality in psychiatric disorders: A systematic review of reviews. *Complement. Ther. Med.* **52**, 102480 (2020).
491. Wiebe, A. *et al.* Virtual reality in the diagnostic and therapy for mental disorders: A systematic review. *Clin. Psychol. Rev.* **98**, 102213 (2022).
492. C2Phobia. C2Care <https://www.c2.care/fr/application-c2phobia/>.
493. Langener, S. *et al.* Development of an Alcohol Refusal Training in Immersive Virtual Reality for Patients With Mild to Borderline Intellectual Disability and Alcohol Use Disorder: Cocreation With Experts in Addiction Care. *JMIR Form. Res.* **7**, e42523 (2023).
494. Riva, G., Malighetti, C. & Serino, S. Virtual reality in the treatment of eating disorders. *Clin. Psychol. Psychother.* **28**, 477–488 (2021).
495. C2Addict. C2Care <https://www.c2.care/fr/application-c2addict/>.
496. VR for Autists – by Autists. [https://autism-vr.eu/fr/index\\_fr/](https://autism-vr.eu/fr/index_fr/).
497. Moreno, A. *et al.* A systematic review of the use of virtual reality and its effects on cognition in individuals with neurocognitive disorders. *Alzheimers Dement. Transl. Res. Clin. Interv.* **5**, 834–850 (2019).
498. Park, M. J., Kim, D. J., Lee, U., Na, E. J. & Jeon, H. J. A Literature Overview of Virtual Reality (VR) in Treatment of Psychiatric Disorders: Recent Advances and Limitations. *Front. Psychiatry* **10**, 505 (2019).
499. Mitrousia, V. & Giotakos, O. [Virtual reality therapy in anxiety disorders]. *Psychiatr. Psychiatr.* **27**, 276–286 (2016).
500. Wittcock, E. & Bervoets, C. [Virtual reality in diagnosis and treatment of obsessive-compulsive disorder]. *Tijdschr. Voor Psychiatr.* **64**, 663–669 (2022).
501. Mertz, L. AI, Virtual Reality, and Robots Advancing Autism Diagnosis and Therapy. *IEEE Pulse* **12**, 6–10 (2021).
502. Donnelly, M. R. *et al.* Virtual Reality for the Treatment of Anxiety Disorders: A Scoping Review. *Am. J. Occup. Ther. Off. Publ. Am. Occup. Ther. Assoc.* **75**, 7506205040 (2021).
503. Concussion/TBI Rehabilitation. REAL System <https://www.realsystem.com/vr-in-healthcare/concussion-rehabilitation/>.

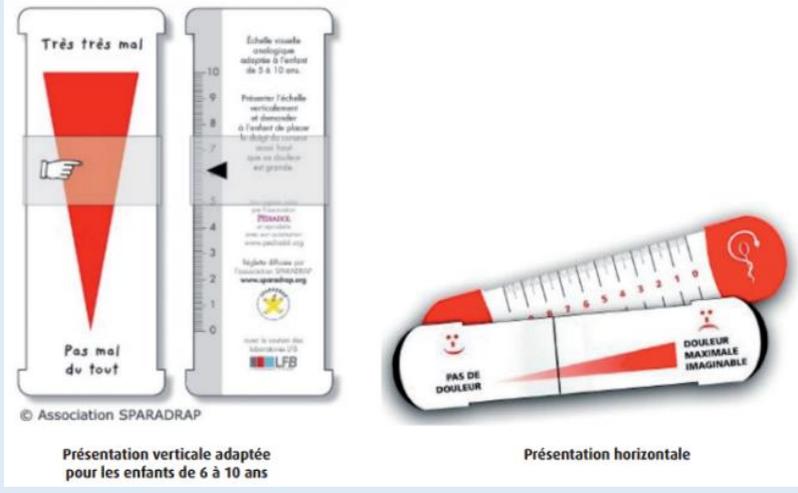
504. Spinal Cord Injuries (SCI) Therapy. *REAL System* <https://www.realsystem.com/vr-in-healthcare/spinal-cord-injuries-therapy/>.
505. Stroke Rehabilitation. *REAL System* <https://www.realsystem.com/vr-in-healthcare/stroke-rehabilitation/>.
506. Parkinson's. *REAL System* <https://www.realsystem.com/vr-in-healthcare/parkinsons/>.
507. Yan, H. Construction and Application of Virtual Reality -Based Sports Rehabilitation Training Program. *Occup. Ther. Int.* **2022**, 4364360 (2022).
508. Pazzaglia, C. *et al.* Comparison of virtual reality rehabilitation and conventional rehabilitation in Parkinson's disease: a randomised controlled trial. *Physiotherapy* **106**, 36–42 (2020).
509. Malik, A. N. & Masood, T. Effects of virtual reality training on mobility and physical function in stroke. *JPMA J. Pak. Med. Assoc.* **67**, 1618–1620 (2017).
510. Choi, Y.-H. & Paik, N.-J. Mobile Game-based Virtual Reality Program for Upper Extremity Stroke Rehabilitation. *J. Vis. Exp. JoVE* 56241 (2018) doi:10.3791/56241.
511. Maggio, M. G. *et al.* Virtual Reality and Cognitive Rehabilitation in People With Stroke: An Overview. *J. Neurosci. Nurs. J. Am. Assoc. Neurosci. Nurses* **51**, 101–105 (2019).
512. Laver, K. E. *et al.* Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev.* **11**, CD008349 (2017).
513. Rutkowski, S. *et al.* Virtual Reality Rehabilitation in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Controlled Trial. *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis.* **15**, 117–124 (2020).
514. Turolla, A. *et al.* Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial. *J. Neuroengineering Rehabil.* **10**, 85 (2013).
515. Réduire le stress et l'anxiété des patients avec HypnoVR. *HypnoVR* <https://hypnovr.io/fr/domaines-therapeutiques/reduire-stress-anxiete/>.
516. Ryu, J.-H. *et al.* The effect of an immersive virtual reality tour of the operating theater on emergence delirium in children undergoing general anesthesia: A randomized controlled trial. *Paediatr. Anaesth.* **29**, 98–105 (2019).
517. Michaelides, A. & Zis, P. Depression, anxiety and acute pain: links and management challenges. *Postgrad. Med.* **131**, 438–444 (2019).
518. Eijlers, R. *et al.* Systematic Review and Meta-analysis of Virtual Reality in Pediatrics: Effects on Pain and Anxiety. *Anesth. Analg.* **129**, 1344–1353 (2019).
519. Gerçeker, G. Ö. *et al.* The effect of virtual reality on pain, fear, and anxiety during access of a port with huber needle in pediatric hematology-oncology patients: Randomized controlled trial. *Eur. J. Oncol. Nurs. Off. J. Eur. Oncol. Nurs. Soc.* **50**, 101886 (2021).
520. Shetty, V., Suresh, L. R. & Hegde, A. M. Effect of Virtual Reality Distraction on Pain and Anxiety During Dental Treatment in 5 to 8 Year Old Children. *J. Clin. Pediatr. Dent* **43**, 97–102 (2019).
521. Gold, J. I., SooHoo, M., Laikin, A. M., Lane, A. S. & Klein, M. J. Effect of an Immersive Virtual Reality Intervention on Pain and Anxiety Associated With Peripheral Intravenous Catheter Placement in the Pediatric Setting: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw. Open* **4**, e2122569 (2021).
522. Sharar, S. R. *et al.* Factors influencing the efficacy of virtual reality distraction analgesia during postburn physical therapy: preliminary results from 3 ongoing studies. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **88**, S43-49 (2007).

523. Eijlers, R. *et al.* Virtual reality exposure before elective day care surgery to reduce anxiety and pain in children: A randomised controlled trial. *Eur. J. Anaesthesiol.* **36**, 728–737 (2019).
524. Tejera, D. M. *et al.* Effects of Virtual Reality versus Exercise on Pain, Functional, Somatosensory and Psychosocial Outcomes in Patients with Non-specific Chronic Neck Pain: A Randomized Clinical Trial. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **17**, 5950 (2020).
525. Maddox, T., Chmielewski, C. & Fitzpatrick, T. Virtual Reality in Chronic Kidney Disease Education and Training. *Nephrol. Nurs. J. J. Am. Nephrol. Nurses Assoc.* **49**, 329–381 (2022).
526. Living Heart Project | SIMULIA™ - Dassault Systèmes®. <https://www.3ds.com/products-services/simulia/solutions/life-sciences-healthcare/the-living-heart-project/>.
527. Filimonov, A. *et al.* Virtual reality surgical planning for endoscopic endonasal approaches to the craniovertebral junction. *Am. J. Otolaryngol.* **43**, 103219 (2022).
528. Sadeghi, A. H. *et al.* Virtual reality and artificial intelligence for 3-dimensional planning of lung segmentectomies. *JTCVS Tech.* **7**, 309–321 (2021).
529. Sonnier, D. *et al.* Three-Dimensional Visualization With Virtual Reality Facilitates Complex Live Donor Renal Transplant. *Ochsner J.* **22**, 344–348 (2022).
530. Reinschluessel, A. V. *et al.* Virtual Reality for Surgical Planning - Evaluation Based on Two Liver Tumor Resections. *Front. Surg.* **9**, 821060 (2022).
531. Pushparajah, K. *et al.* Virtual reality three-dimensional echocardiographic imaging for planning surgical atrioventricular valve repair. *JTCVS Tech.* **7**, 269–277 (2021).
532. Romain. la réalité virtuelle au service de la greffe pulmonaire. *C2Care* <https://www.c2.care/fr/realite-virtuelle-grefe-pulmonaire/> (2020).
533. Turon, M. *et al.* Feasibility and safety of virtual-reality-based early neurocognitive stimulation in critically ill patients. *Ann. Intensive Care* **7**, 81 (2017).
534. Gerber, S. M. *et al.* Visuo-acoustic stimulation that helps you to relax: A virtual reality setup for patients in the intensive care unit. *Sci. Rep.* **7**, 13228 (2017).
535. Merliot-Gailhoustet, L. *et al.* Discomfort improvement for critically ill patients using electronic relaxation devices: results of the cross-over randomized controlled trial E-CHOISIR (Electronic-CHOIce of a System for Intensive care Relaxation). *Crit. Care Lond. Engl.* **26**, 263 (2022).
536. Hill, J. E. *et al.* Scoping review of the use of virtual reality in intensive care units. *Nurs. Crit. Care* **27**, 756–771 (2022).
537. Gerber, S. M. *et al.* Perception and Performance on a Virtual Reality Cognitive Stimulation for Use in the Intensive Care Unit: A Non-randomized Trial in Critically Ill Patients. *Front. Med.* **6**, 287 (2019).
538. Ong, T. L. *et al.* Improving the Intensive Care Patient Experience With Virtual Reality-A Feasibility Study. *Crit. Care Explor.* **2**, e0122 (2020).
539. Jawed, Y. T. *et al.* Feasibility of a virtual reality intervention in the intensive care unit. *Heart Lung J. Crit. Care* **50**, 748–753 (2021).
540. Badke, C. M. *et al.* Virtual Reality in the Pediatric Intensive Care Unit: Patient Emotional and Physiologic Responses. *Front. Digit. Health* **4**, 867961 (2022).
541. Vlaker, J. H. *et al.* Intensive Care Unit-Specific Virtual Reality for Psychological Recovery After ICU Treatment for COVID-19; A Brief Case Report. *Front. Med.* **7**, 629086 (2020).

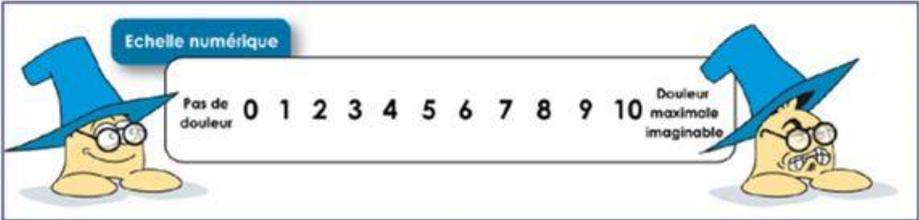
542. Lee, S. Y. & Kang, J. Effect of virtual reality meditation on sleep quality of intensive care unit patients: A randomised controlled trial. *Intensive Crit. Care Nurs.* **59**, 102849 (2020).
543. Naef, A. C. *et al.* Virtual reality stimulation to reduce the incidence of delirium in critically ill patients: study protocol for a randomized clinical trial. *Trials* **22**, 174 (2021).
544. Suvajdzic, M., Bihorac, A., Rashidi, P., Ong, T. & Applebaum, J. Virtual Reality and Human Consciousness: The Use of Immersive Environments in Delirium Therapy. *Technoetic Arts J. Specul. Res.* **16**, 75–83 (2018).
545. Hoffman, H. G. *et al.* Immersive Virtual Reality as an Adjunctive Non-opioid Analgesic for Pre-dominantly Latin American Children With Large Severe Burn Wounds During Burn Wound Cleaning in the Intensive Care Unit: A Pilot Study. *Front. Hum. Neurosci.* **13**, 262 (2019).
546. Laghnam, D. *et al.* Virtual reality vs. Kalinox® for management of pain in intensive care unit after cardiac surgery: a randomized study. *Ann. Intensive Care* **11**, 74 (2021).
547. Rousseaux, F. *et al.* Virtual reality and hypnosis for anxiety and pain management in intensive care units: A prospective randomised trial among cardiac surgery patients. *Eur. J. Anaesthesiol.* **39**, 58–66 (2022).
548. Gerber, S. M. *et al.* Comparing the Relaxing Effects of Different Virtual Reality Environments in the Intensive Care Unit: Observational Study. *JMIR Perioper. Med.* **2**, e15579 (2019).
549. Navarra-Ventura, G. *et al.* Virtual Reality-Based Early Neurocognitive Stimulation in Critically Ill Patients: A Pilot Randomized Clinical Trial. *J. Pers. Med.* **11**, 1260 (2021).
550. Lai, B. *et al.* Examining the Feasibility of Early Mobilization With Virtual Reality Gaming Using Head-Mounted Display and Adaptive Software With Adolescents in the Pediatric Intensive Care Unit: Case Report. *JMIR Rehabil. Assist. Technol.* **8**, e28210 (2021).
551. Salem, Y. & Elokda, A. Use of virtual reality gaming systems for children who are critically ill. *J. Pediatr. Rehabil. Med.* **7**, 273–276 (2014).
552. Vlasek, J. H. *et al.* Intensive Care Unit-Specific Virtual Reality for Critically Ill Patients With COVID-19: Multicenter Randomized Controlled Trial. *J. Med. Internet Res.* **24**, e32368 (2022).
553. Nijland, J. W. H. M., Veling, W., Lestestuiver, B. P. & Van Driel, C. M. G. Virtual Reality Relaxation for Reducing Perceived Stress of Intensive Care Nurses During the COVID-19 Pandemic. *Front. Psychol.* **12**, 706527 (2021).
554. Healthcare AR and VR market worldwide by region 2025. *Statista* <https://www.statista.com/statistics/1033162/healthcare-ar-and-vr-market-forecast-worldwide-by-region/>.
555. Scott, J. & Huskisson, E. C. Vertical or horizontal visual analogue scales. *Ann. Rheum. Dis.* **38**, 560–560 (1979).
556. Castarlenas, E., Jensen, M. P., von Baeyer, C. L. & Miró, J. Psychometric Properties of the Numerical Rating Scale to Assess Self-Reported Pain Intensity in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Clin. J. Pain* **33**, 376–383 (2017).
557. Gracely, R. H. & Dubner, R. Reliability and validity of verbal descriptor scales of painfulness. *Pain* **29**, 175–185 (1987).
558. Hicks, C. L., von Baeyer, C. L., Spafford, P. A., van Korlaar, I. & Goodenough, B. The Faces Pain Scale-Revised: toward a common metric in pediatric pain measurement. *Pain* **93**, 173–183 (2001).
559. Payen, J. F. *et al.* Assessing pain in critically ill sedated patients by using a behavioral pain scale. *Crit. Care Med.* **29**, 2258–2263 (2001).

560. Gélinas, C., Fillion, L., Puntillo, K. A., Viens, C. & Fortier, M. Validation of the critical-care pain observation tool in adult patients. *Am. J. Crit. Care Off. Publ. Am. Assoc. Crit.-Care Nurses* **15**, 420–427 (2006).
561. Kabes, A. M., Graves, J. K. & Norris, J. Further validation of the nonverbal pain scale in intensive care patients. *Crit. Care Nurse* **29**, 59–66 (2009).
562. Analgésie - AlgiScan | IDMED. <https://www.idmed.fr/analgesie-algiscan-2/> (2016).
563. View Image.  
[https://www.jmedscindmc.com/viewimage.asp?img=JMedSci\\_2020\\_40\\_6\\_299\\_294\\_944\\_f1.jpg](https://www.jmedscindmc.com/viewimage.asp?img=JMedSci_2020_40_6_299_294_944_f1.jpg).
564. Carrasco, G. Instruments for monitoring intensive care unit sedation. *Crit. Care* **4**, 217–225 (2000).
565. Teasdale, G. & Jennett, B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet Lond. Engl.* **2**, 81–84 (1974).
566. Riker, R. R., Picard, J. T. & Fraser, G. L. Prospective evaluation of the Sedation-Agitation Scale for adult critically ill patients. *Crit. Care Med.* **27**, 1325–1329 (1999).

# Annexes

| Échelle Visuelle Analogique (EVA) |   |
|-----------------------------------|---|
| Âge d'utilisation                 | À partir de 6 ans (présentation en position verticale)<br>À partir de 10 ans (présentation en position horizontale)   |
| Lieu d'utilisation                | Toutes les structures de soins  |
| Type de douleur recherchée        | Douleur aiguë<br>Douleur chronique  |
| But                               | Évaluer l'intensité de la douleur à l'aide d'une règle comportant deux faces : une face « patient » et une face « soignant »  |
| Score                             | De 0 à 10   |
| Cotation                          | Face « patient » : Trait horizontal de 10 cm, avec à chaque extrémité un qualificatif "pas de douleur" à gauche et "douleur maximale imaginable" à droite. Pour la version pédiatrique, il s'agit d'un triangle de 10 cm avec à son extrémité basse "pas mal du tout" et à son extrémité haute "très, très mal".<br>Face « soignant » : Graduation de 0 à 10. Il est demandé au patient de déplacer le curseur figurant sur la règle et le soignant relève le chiffre correspondant à l'endroit où le patient a placé ce curseur. |
| Seuil de prescription antalgique  | Une cotation supérieure à 3/10 nécessite une thérapeutique antalgique adaptée.  |
| Avantages                         | Echelle d'autoévaluation simple, reproductible, sensible aux variations d'intensité douloureuse, offrant un choix de réponses non mémorisables par le patient d'une évaluation à l'autre.   |
| Inconvénients                     | Cette échelle mesure seulement l'intensité de la douleur et fait abstraction des autres dimensions de la douleur.<br>Près de 20% des patients ne comprennent pas cette échelle (enfants, personnes âgées, patients ayant des capacités d'attention ou d'abstraction restreintes).<br>L'outil n'est pas adapté pour les patients mal-voyants ou ne pouvant saisir le curseur.  |
| Exemple                           |  <p>© Association SPARADRAP</p> <p>Présentation verticale adaptée pour les enfants de 6 à 10 ans</p> <p>Présentation horizontale</p>  |

Annexe 1: **Échelle Visuelle Analogique (EVA)**. D'après Vertical or horizontal visual analogue scales. Scott et Huskisson.<sup>555</sup>

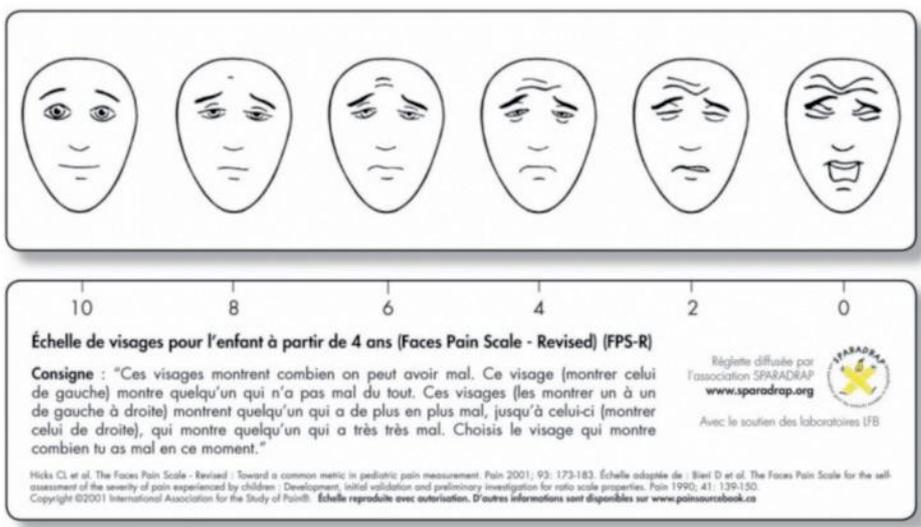
| <b>Échelle Numérique (EN)</b>    |   |
|----------------------------------|---|
| Âge d'utilisation                | À partir de 8-10 ans  |
| Lieu d'utilisation               | Toutes les structures de soins  |
| Type de douleur recherchée       | Douleur aiguë<br>Douleur chronique  |
| But                              | Évaluer l'intensité de la douleur à l'aide d'une échelle visuelle avec des numéros allant de 0 à 10   |
| Score                            | De 0 à 10   |
| Cotation                         | La note 0 correspond à « pas de douleur ».<br>La note 10 correspond à « la douleur maximale imaginable »  |
| Seuil de prescription antalgique | Une cotation supérieure à 3/10 nécessite une thérapeutique antalgique adaptée.  |
| Avantages                        | Echelle d'autoévaluation simple, reproductible, sensible aux variations d'intensité douloureuse, facile à comprendre.<br>Méthode souvent préférée par l'adolescent.<br>Il peut choisir entre l'échelle visuelle analogique et l'échelle numérique.<br>L'échelle numérique est très pratique, elle permet d'évaluer la douleur sans avoir de règlette. |
| Inconvénients                    | Cette échelle mesure seulement l'intensité de la douleur et fait abstraction des autres dimensions de la douleur.   |
| Exemple                          |   |

Annexe 2: **Échelle Numérique (EN)**. D'après *Psychometric Properties of the Numerical Rating Scale to Assess Self-Reported Pain Intensity in Children and Adolescents*. Castarlenas et al.<sup>556</sup>

| <b>Échelle Verbale Simple (EVS)</b> |   |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |
|-------------------------------------|---|---------------------------|----------|-----------------------|----------|------------------------|----------|------------------------|----------|------------------------------------|----------|
| Âge d'utilisation                   | À partir de 4 ans   |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |
| Lieu d'utilisation                  | Toutes les structures de soins  |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |
| Type de douleur recherchée          | Douleur aiguë<br>Douleur chronique  |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |
| But                                 | Évaluer l'intensité de la douleur à l'aide de 5 items descriptifs ordonnés : absence de douleur, douleur faible, douleur modérée, douleur intense, douleur extrêmement intense  |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |
| Score                               | De 0 à 4  |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |
| Cotation                            | Le patient choisit un qualificatif correspondant à l'intensité de sa douleur.<br>A chaque qualificatif, un score est attribué de 0 (absence de douleur) à 4 (douleur extrêmement intense)   |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |
| Seuil de prescription antalgique    | Une cotation supérieure à 1/4 nécessite une thérapeutique antalgique adaptée  |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |
| Avantages                           | Echelle d'autoévaluation simple, reproductible, sensible aux variations d'intensité douloureuse, facile à comprendre.<br>Cette échelle verbale peut être utilisée chez les enfants à partir de 4 ans en utilisant des mots simples pour décrire l'intensité de la douleur (exemple pour le petit enfant "un peu, moyen, beaucoup...", en joignant le geste à la parole ; chez l'enfant d'âge scolaire, "pas de douleur, un peu, moyen, beaucoup, très fort").<br>Cette échelle peut également être utilisée chez les personnes âgées avec régression cognitive. |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |
| Inconvénients                       | Cette échelle mesure seulement l'intensité de la douleur et fait abstraction des autres dimensions de la douleur.<br>Elle est moins sensible que l'Echelle Numérique (EN) ou l'Echelle Visuelle Analogique (EVA) car il n'y a que 5 réponses possibles.   |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |
| Exemple                             | <table border="1" style="margin: auto;"> <tbody> <tr> <td><b>Absence de douleur</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0</b></td> </tr> <tr> <td><b>Douleur faible</b></td> <td style="text-align: center;"><b>1</b></td> </tr> <tr> <td><b>Douleur modérée</b></td> <td style="text-align: center;"><b>2</b></td> </tr> <tr> <td><b>Douleur intense</b></td> <td style="text-align: center;"><b>3</b></td> </tr> <tr> <td><b>Douleur extrêmement intense</b></td> <td style="text-align: center;"><b>4</b></td> </tr> </tbody> </table>                   | <b>Absence de douleur</b> | <b>0</b> | <b>Douleur faible</b> | <b>1</b> | <b>Douleur modérée</b> | <b>2</b> | <b>Douleur intense</b> | <b>3</b> | <b>Douleur extrêmement intense</b> | <b>4</b> |
| <b>Absence de douleur</b>           | <b>0</b>  |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |
| <b>Douleur faible</b>               | <b>1</b>  |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |
| <b>Douleur modérée</b>              | <b>2</b>  |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |
| <b>Douleur intense</b>              | <b>3</b>  |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |
| <b>Douleur extrêmement intense</b>  | <b>4</b>  |                           |          |                       |          |                        |          |                        |          |                                    |          |

Annexe 3: **Échelle Verbale Simple (EVS)**. D'après *Reliability and validity of verbal descriptor scales of painfulness. Gracely et Dubner*.<sup>557</sup>

## Échelle des visages FPS-R (Faces Pain Scale-Revised)

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Âge d'utilisation                | De 4 à 10 ans   |
| Lieu d'utilisation               | Toutes les structures de soins pédiatriques   |
| Type de douleur recherchée       | Intensité douloureuse   |
| But                              | Évaluer l'intensité de la douleur à l'aide  |
| Score                            | De 0 à 10   |
| Principe                         | Ces visages montrent combien on peut avoir mal. Le visage de gauche montre quelqu'un qui n'a pas mal du tout. Les visages de gauche à droite montrent quelqu'un qui a de plus en plus mal. Le visage de droite montre quelqu'un qui a excessivement mal. Les scores sont de gauche à droite de 0 à 10 (0 – 2 – 4 – 6 – 8 – 10).   |
| Seuil de prescription antalgique | Une cotation supérieure à 4/10 nécessite une thérapeutique antalgique adaptée.  |
| Avantages                        | Compréhension facile, même chez l'enfant jeune, même chez l'enfant douloureux ou l'enfant très fatigué. Plus facile à comprendre que l'EVA ou l'EN car plus concrète.   |
| Inconvénients                    | Les adultes (soignants ou parents) sont parfois réticents car ils jugent les visages peu attrayants. Il faut passer outre car c'est l'échelle la mieux validée et la plus appréciée par les enfants.  |
| Exemple                          |  <p style="text-align: center;">Échelle de visages pour l'enfant à partir de 4 ans (Faces Pain Scale - Revised) (FPS-R)</p> <p><b>Consigne :</b> "Ces visages montrent combien on peut avoir mal. Ce visage (montrer celui de gauche) montre quelqu'un qui n'a pas mal du tout. Ces visages (les montrer un à un de gauche à droite) montrent quelqu'un qui a de plus en plus mal, jusqu'à celui-ci (montrer celui de droite), qui montre quelqu'un qui a très très mal. Choisis le visage qui montre combien tu as mal en ce moment."</p> <p style="text-align: right;">Réglette diffusée par l'association SPARADRAP<br/>www.sparadrap.org<br/>Avec le soutien des laboratoires IFAADAP</p> <p><small>Hicks CL et al. The Faces Pain Scale - Revised : Toward a common metric in pediatric pain measurement. Pain 2001; 93: 173-183. Échelle adaptée de : Stiel D et al. The Faces Pain Scale for the self-assessment of the severity of pain experienced by children : Development, initial validation and preliminary investigation for ratio scale properties. Pain 1990; 41: 139-150. Copyright ©2001 International Association for the Study of Pain®. Échelle reproduite avec autorisation. D'autres informations sont disponibles sur www.painnurturebook.ca</small></p> |

Annexe 4: **Faces Pain Scale-Revised (FPS-R)**. D'après *The Faces Pain Scale-Revised: toward a common metric in pediatric pain measurement*. Hicks et al.<sup>558</sup>

## Échelle Comportementale de la Douleur ou BPS (Behavioral Pain Scale)

| Âge d'utilisation                   | Adulte   |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------|--|-------|------|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Lieu d'utilisation                  | Unité de réanimation, salle de surveillance interventionnelle, toute unité accueillant des patients intubés non communicants   |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Type de douleur recherchée          | Douleur provoquée par les soins  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| But                                 | Diagnostiquer et évaluer la présence de douleur chez un patient intubé non communicant   |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Score                               | De 3 à 12  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cotation                            | <p>Pour chaque item, le score varie de 1 à 4.</p> <p>3 items comportementaux simples :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- la mimique : visage détendu, tension de certains muscles, tension importante, grimaces</li> <li>2- le mouvement des membres supérieurs : aucun, flexion partielle, flexion complète, rétraction.</li> <li>3- la compliance au respirateur : adaptée, détachement ponctuel, lutte contre le respirateur, non ventilable</li> </ol>   |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Seuil de prescription antalgique    | Le patient est considéré comme douloureux à partir de 6.   |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Avantages                           | <p>Cette échelle est adaptée chez le patient intubé, ventilé et non coopérant en réanimation.</p> <p>Cette échelle peut être utilisée chez un patient non ventilé et qui ne peut pas communiquer (troubles de la conscience), en l'absence d'outil validé dans cette situation. Dans ce cas, évaluer la douleur sur les 2 premiers items (résultat sur 8).</p> <p>Cette échelle possède un contenu original faisant impasse volontairement sur la conscience.</p>  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Inconvénients                       | Elle fait abstraction de l'anxiété et de la détresse psychique.  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Exemple                             | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 5%;">JOUR</th> <th style="width: 5%;">HEURE</th> <th style="width: 5%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>EXPRESSION DU VISAGE</b></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>1 : détendu</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>2 : plissement du front</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>3 : fermeture des yeux</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>4 : grimace</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td><b>TONUS DES MEMBRES SUPERIEURS</b></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>1 : aucun</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>2 : flexion partielle</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>3 : flexion complète</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>4 : rétraction</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td><b>ADAPTATION AU RESPIRATEUR</b></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>1 : adapté</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>2 : détachement ponctuel</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>3 : lutte contre le respirateur</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>4 : non ventilable</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><b>SCORE TOTAL</b></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> |       | JOUR | HEURE |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>EXPRESSION DU VISAGE</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 : détendu |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 : plissement du front |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3 : fermeture des yeux |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 : grimace |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>TONUS DES MEMBRES SUPERIEURS</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 : aucun |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 : flexion partielle |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3 : flexion complète |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 : rétraction |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>ADAPTATION AU RESPIRATEUR</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 : adapté |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 : détachement ponctuel |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3 : lutte contre le respirateur |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 : non ventilable |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>SCORE TOTAL</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | JOUR   | HEURE |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>EXPRESSION DU VISAGE</b>         |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 : détendu                         |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 : plissement du front             |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 : fermeture des yeux              |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 : grimace                         |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>TONUS DES MEMBRES SUPERIEURS</b> |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 : aucun                           |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 : flexion partielle               |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 : flexion complète                |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 : rétraction                      |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>ADAPTATION AU RESPIRATEUR</b>    |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 : adapté                          |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 : détachement ponctuel            |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 : lutte contre le respirateur     |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 : non ventilable                  |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>SCORE TOTAL</b>                  |  |       |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Annexe 5: **Behavioral Pain Scale (BPS)**. D'après *Assessing pain in critically ill sedated patients by using a behavioral pain scale*. Payen et al.<sup>559</sup>

## Échelle Comportementale de la Douleur des patients Non Intubés ou BPS-NI (Behavioral Pain Scale – Non Intubated)

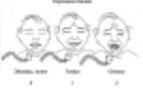
| Âge d'utilisation  | Adulte  |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|---|------|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Lieu d'utilisation   | Unité de réanimation, unité de soins intensifs, toute unité accueillant des patients non intubés non communicant  |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Type de douleur recherchée   | Douleur provoquée par les soins   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| But  | Diagnostiquer et évaluer la présence de douleur chez un patient non intubé non communicant  |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Score  | De 3 à 12   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cotation   | <p>Pour chaque item, le score varie de 1 à 4.</p> <p>3 items comportementaux simples :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- la mimique : visage détendu, tension de certains muscles, tension importante, grimaces</li> <li>2- le mouvement des membres supérieurs : aucun, flexion partielle, flexion complète, rétraction</li> <li>3- la vocalisation : absence de vocalisation, geignements brefs et peu fréquents, geignements prolongés ou fréquents, hurlement, plaintes verbales, blocage de respiration</li> </ol>   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Seuil de prescription antalgique   | Le patient est considéré comme douloureux à partir de 6.  |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Avantages  | Cette échelle est adaptée et validée chez le patient non intubé, non communicant en réanimation ou unité de soins intensifs.  |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Inconvénients  | L'anxiété, la détresse psychique au sens large et le syndrome de sevrage médicamenteux peuvent peut-être influencer le BPS-NI.  |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Exemple  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">JOUR</th> <th style="text-align: center;">HEURE</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="14"><b>EXPRESSION DU VISAGE</b></td> </tr> <tr> <td colspan="14">1 : Détendue</td> </tr> <tr> <td colspan="14">2 : Partiellement tendue (plissement du front)</td> </tr> <tr> <td colspan="14">3 : Très tendue (paupières crispées)</td> </tr> <tr> <td colspan="14">4 : Grimace (joues crispées)</td> </tr> <tr> <td colspan="14"><b>MOUVEMENT DES MEMBRES SUPERIEURS</b></td> </tr> <tr> <td colspan="14">1 : Aucun mouvement</td> </tr> <tr> <td colspan="14">2 : Membres supérieurs partiellement pliés</td> </tr> <tr> <td colspan="14">3 : Membres supérieurs très pliés avec flexion des doigts</td> </tr> <tr> <td colspan="14">4 : Rétraction complète (opposition aux soins)</td> </tr> <tr> <td colspan="14"><b>VOCALISATION</b></td> </tr> <tr> <td colspan="14">1 : Absence de vocalisation de la douleur</td> </tr> <tr> <td colspan="14">2 : Geignements brefs ≤ 3 sec. et peu fréquents ≤ 3/min</td> </tr> <tr> <td colspan="14">3 : Geignements prolongés &gt; 3 sec. ou fréquents &gt; 3/min</td> </tr> <tr> <td colspan="14">4 : Hurlements ou plaintes verbales incluant 'Aie, Ah' ou blocage respiratoire</td> </tr> <tr> <td colspan="14" style="text-align: center;"><b>SCORE TOTAL</b></td> </tr> <tr> <td colspan="14" style="text-align: center;">Professionnel ayant réalisé l'évaluation</td> </tr> </tbody> </table> | JOUR | HEURE |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>EXPRESSION DU VISAGE</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 : Détendue |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 : Partiellement tendue (plissement du front) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3 : Très tendue (paupières crispées) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 : Grimace (joues crispées) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>MOUVEMENT DES MEMBRES SUPERIEURS</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 : Aucun mouvement |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 : Membres supérieurs partiellement pliés |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3 : Membres supérieurs très pliés avec flexion des doigts |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 : Rétraction complète (opposition aux soins) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>VOCALISATION</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 : Absence de vocalisation de la douleur |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 : Geignements brefs ≤ 3 sec. et peu fréquents ≤ 3/min |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3 : Geignements prolongés > 3 sec. ou fréquents > 3/min |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 : Hurlements ou plaintes verbales incluant 'Aie, Ah' ou blocage respiratoire |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>SCORE TOTAL</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Professionnel ayant réalisé l'évaluation |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| JOUR   | HEURE   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>EXPRESSION DU VISAGE</b>  |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 : Détendue   |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 : Partiellement tendue (plissement du front)                                 |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 : Très tendue (paupières crispées)   |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 : Grimace (joues crispées)   |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>MOUVEMENT DES MEMBRES SUPERIEURS</b>  |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 : Aucun mouvement  |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 : Membres supérieurs partiellement pliés                                     |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 : Membres supérieurs très pliés avec flexion des doigts                      |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 : Rétraction complète (opposition aux soins)                                 |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>VOCALISATION</b>  |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 : Absence de vocalisation de la douleur                                      |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 : Geignements brefs ≤ 3 sec. et peu fréquents ≤ 3/min                        |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 : Geignements prolongés > 3 sec. ou fréquents > 3/min                        |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 : Hurlements ou plaintes verbales incluant 'Aie, Ah' ou blocage respiratoire |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>SCORE TOTAL</b>   |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Professionnel ayant réalisé l'évaluation                                       |   |      |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Annexe 6: **Behavioral Pain Scale – Non-Intubated (BPS-NI)**. D'après *Assessing pain in non-intubated critically ill patients unable to self-report: an adaptation of the Behavioral Pain Scale*. Chanques et al.<sup>179</sup>

## Outil d'Observation de la Douleur en Réanimation ou CPOT (Critical-Care Pain Observation Tool)

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Âge d'utilisation                | Adulte   |
| Lieu d'utilisation               | Unité de réanimation, salle de surveillance interventionnelle, toute unité accueillant des patients non communicants intubés ou non intubés  |
| Type de douleur recherchée       | Douleur provoquée par les soins  |
| But                              | Diagnostiquer et évaluer la présence de douleur chez un patient non communicant, intubé ou trachéotomisé ou non intubé   |
| Score                            | De 0 à 8   |
| Cotation                         | Pour chaque item, le score varie de 0 à 2.<br>4 items comportementaux :<br>1- l'expression faciale<br>2- les mouvements corporels<br>3- les vocalises OU l'interaction avec le ventilateur (patient intubé ou trachéotomisé)<br>4- la tension musculaire |
| Seuil de prescription antalgique | Le patient est considéré comme douloureux à partir de 3.   |
| Avantages                        | Elle évite une sous-estimation en permettant de dépister la douleur du patient, de la quantifier et de suivre son évolution.   |
| Inconvénients                    | L'utilisation nécessite un apprentissage.  |

Exemple

| Indicateur  | Score (0 à 8)                             | Description   |
|---|---|---|
| <b>Expression faciale</b><br><br><br><br>Dessin par<br>Caroline Arbour, inf., PhD(c)<br>Ingram School of Nursing,<br>McGill University | Détendue, neutre                          | 0<br>Aucune tension musculaire observable au niveau du visage   |
|   | Tendue                                    | 1<br>Front plissé<br>Sourcils abaisés<br>Lèvres plus nasolabiales<br>Yeux serrés<br>Ou tout autre changement de l'expression faciale (ex : ouvre soudainement les yeux, présente des larmes lors de la mobilisation)              |
|   | Grimace                                   | 2<br>Front plissé, sourcils abaisés, plus nasolabiales<br>Yeux fermés et serrés<br>Bouche peut être ouverte<br>Patient peut mordre le tube endotrachéal   |
| <b>Mouvements corporels</b><br>(Pantillo et al., 1997 ; Devlin et al., 1999)  | Absence de mouvements ou position normale | 0<br>Immuable, ne bouge pas (ne signifie pas nécessairement une absence de douleur)<br>Position normale (mouvements non dirigés vers la douleur ou non réalisés dans le but de se protéger de la douleur)                         |
|   | Mouvements de protection                  | 1<br>Mouvements lents, prudents<br>Touche ou frotte le site de douleur<br>Se dirige vers le site de douleur, les tubes<br>Touche à ses tubes<br>Attire l'attention en tapant du pied ou des mains<br>Décortication, Décirébration |
|   | Agitation                                 | 2<br>Tire sur ses tubes<br>Essaie de s'asseoir dans son lit<br>Bouge constamment<br>Ne collabore pas<br>Repousse le personnel<br>Tente de passer les barreaux du lit  |
| <b>Interaction avec le ventilateur (patient intubé)</b><br>(Harris et al., 1991 ; Payen et al., 2001)<br>ou   | Tolère la ventilation ou les mouvements   | 0<br>Alarmes non actives, se laisse ventiler  |
|   | Tousse mais tolère                        | 1<br>Tousse mais se laisse ventiler, alarmes peuvent s'activer mais cessent spontanément  |
|   | Combat                                    | 2<br>Asynchrone : bloque sa respiration, déclenche constamment les alarmes  |
| <b>Vocalisation</b><br><br>(Mato et Krensischek, 1992)  | S'exprime normalement, silencieux         | 0<br>S'exprime normalement ou demeure silencieux  |
|   | Gémis, soupire                            | 1<br>Gémis, soupire   |
|   | Crie, pleure                              | 2<br>Crie, pleure   |
| <b>Tension musculaire</b><br><br>Évaluation par flexion et extension passives des membres supérieurs au repos (Ambuel et al., 1992) ou évaluation lors de la mobilisation   | Détendu                                   | 0<br>Absence de résistance aux mouvements, tonus normal   |
|   | Tendu, rigide ou crispé                   | 1<br>Résistance aux mouvements  |
|   | Très tendu, rigide ou crispé              | 2<br>Difficulté ou incapacité à exercer les mouvements<br>Serre les poings  |

Annexe 7: **Critical-Care Pain Observation Tool (CPOT)**. D'après Validation of the critical-care pain observation tool in adult patients. Gélinas et al.<sup>560</sup>

## Échelle Non Verbale de la Douleur ou NVPS (Non-Verbal Pain Scale)

| Âge d'utilisation                | Adulte  |  |   |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |
|----------------------------------|---|--|---|---|---|------|------------------------------------|---|---|---------------------|---------------------------------|--|--|----------|--|-------------------------------------|---------------|--------------------------|--------------------|---|---|-------------|---|--|---|
| Lieu d'utilisation               | Unité de réanimation, salle de surveillance interventionnelle, toute unité accueillant des patients non communicants intubés ou non intubés   |  |   |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |
| Type de douleur recherchée       | Douleur provoquée par les soins   |  |   |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |
| But                              | Diagnostiquer et évaluer la présence de douleur chez un patient non communicant, intubé ou trachéotomisé ou non intubé  |  |   |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |
| Score                            | De 0 à 10   |  |   |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |
| Cotation                         | Pour chaque item, le score varie de 0 à 2.<br>5 items comportementaux :<br>1- l'expression faciale<br>2- les mouvements corporels<br>3- la protection du corps<br>4- les signes vitaux<br>5- les signes respiratoires   |  |   |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |
| Seuil de prescription antalgique | Le patient est considéré comme douloureux à partir de 3.  |  |   |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |
| Avantages                        | Elle évite une sous-estimation en permettant de dépister la douleur du patient, de la quantifier et de suivre son évolution.  |  |   |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |
| Inconvénients                    | L'utilisation nécessite un apprentissage.   |  |   |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |
| Exemple                          | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Categories</th> <th style="text-align: center;">0</th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Face</td> <td>No particular expression or smile.</td> <td>Occasional grimace, tearing, frowning, wrinkled forehead.</td> <td>Frequent grimace, tearing, frowning, wrinkled forehead.</td> </tr> <tr> <td>Activity (movement)</td> <td>Lying quietly, normal position.</td> <td>Seeking attention through movement or slow, cautious movement.</td> <td>Restless, excessive activity and/or withdrawal reflexes.</td> </tr> <tr> <td>Guarding</td> <td>Lying quietly, no positioning of hands over areas of body.</td> <td>Splinting areas of the body, tense.</td> <td>Rigid, stiff.</td> </tr> <tr> <td>Physiology (vital signs)</td> <td>Stable vital signs</td> <td>Change in any of the following:<br/>* SBP &gt; 20 mm Hg.<br/>* HR &gt; 20/minute.</td> <td>Change in any of the following:<br/>* SBP &gt; 30 mm Hg.<br/>* HR &gt; 25/minute.</td> </tr> <tr> <td>Respiratory</td> <td>Baseline RR/SpO<sub>2</sub><br/>Compliant with ventilator</td> <td>RR &gt; 10 above baseline, or 5% ↓ SpO<sub>2</sub> mild asynchrony with ventilator</td> <td>RR &gt; 20 above baseline, or 10% ↓ SpO<sub>2</sub> severe asynchrony with ventilator</td> </tr> </tbody> </table> | Categories   | 0   | 1 | 2 | Face | No particular expression or smile. | Occasional grimace, tearing, frowning, wrinkled forehead. | Frequent grimace, tearing, frowning, wrinkled forehead. | Activity (movement) | Lying quietly, normal position. | Seeking attention through movement or slow, cautious movement. | Restless, excessive activity and/or withdrawal reflexes. | Guarding | Lying quietly, no positioning of hands over areas of body. | Splinting areas of the body, tense. | Rigid, stiff. | Physiology (vital signs) | Stable vital signs | Change in any of the following:<br>* SBP > 20 mm Hg.<br>* HR > 20/minute. | Change in any of the following:<br>* SBP > 30 mm Hg.<br>* HR > 25/minute. | Respiratory | Baseline RR/SpO <sub>2</sub><br>Compliant with ventilator | RR > 10 above baseline, or 5% ↓ SpO <sub>2</sub> mild asynchrony with ventilator | RR > 20 above baseline, or 10% ↓ SpO <sub>2</sub> severe asynchrony with ventilator |
| Categories                       | 0   | 1  | 2   |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |
| Face                             | No particular expression or smile.  | Occasional grimace, tearing, frowning, wrinkled forehead.                        | Frequent grimace, tearing, frowning, wrinkled forehead.                             |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |
| Activity (movement)              | Lying quietly, normal position.   | Seeking attention through movement or slow, cautious movement.                   | Restless, excessive activity and/or withdrawal reflexes.                            |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |
| Guarding                         | Lying quietly, no positioning of hands over areas of body.  | Splinting areas of the body, tense.  | Rigid, stiff.   |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |
| Physiology (vital signs)         | Stable vital signs  | Change in any of the following:<br>* SBP > 20 mm Hg.<br>* HR > 20/minute.        | Change in any of the following:<br>* SBP > 30 mm Hg.<br>* HR > 25/minute.           |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |
| Respiratory                      | Baseline RR/SpO <sub>2</sub><br>Compliant with ventilator   | RR > 10 above baseline, or 5% ↓ SpO <sub>2</sub> mild asynchrony with ventilator | RR > 20 above baseline, or 10% ↓ SpO <sub>2</sub> severe asynchrony with ventilator |   |   |      |                                    |   |   |                     |                                 |  |  |          |  |                                     |               |                          |                    |   |   |             |   |  |   |

Annexe 8: **Non-Verbal Pain Scale (NVPS)**. D'après Further validation of the nonverbal pain scale in intensive care patients. Kabes et al.<sup>561</sup>



Annexe 9: **Outil de vidéo-pupillométrie.** AlgiScan. IDMED.<sup>562</sup>



Annexe 10: **Analgesia Nociception Index (ANI).** Journal of Medical Sciences.<sup>563</sup>

| Ramsay Sedation Scale |   |
|-----------------------|---|
| Niveaux               | État  |
| 1                     | Anxieux, agité  |
| 2                     | Coopérant, orienté et calme   |
| 3                     | Répondant aux ordres  |
| 4                     | Endormi, réponse nette à la stimulation de la glabelle ou à un bruit intense  |
| 5                     | Endormi, réponse faible à la stimulation de la glabelle ou à un bruit intense |
| 6                     | Pas de réponse à la stimulation nociceptive                                   |

Annexe 11: **Ramsay Sedation Scale**. D'après *Instruments for monitoring intensive care unit sedation*. G Carrasco<sup>564</sup>.

| Richmond Agitation Sedation Scale (RASS) |                                     |  |
|--|-------------------------------------|--|
| Niveaux                                  | État                                | Comportements  |
| +4                                       | combatif                            | Combatif, danger immédiat envers l'équipe  |
| +3                                       | très agité                          | Tire, arrache les tuyaux et cathéters et/ou agressif envers l'équipe   |
| +2                                       | agité                               | Mouvements fréquents sans but précis et/ou désadaptation au respirateur  |
| +1                                       | ne tient pas en place               | Anxieux ou craintif mais mouvements orientés, peu fréquents, non vigoureux, non agressifs  |
| 0  | éveillé et calme                    |  |
| -1                                       | somnolent                           | Pas complètement éveillé mais reste éveillé avec contact visuel à l'appel (> 10 secondes)  |
| -2                                       | diminution légère de la vigilance   | Reste éveillé brièvement avec contact visuel à l'appel (< 10 secondes)   |
| -3                                       | diminution modérée de la vigilance  | N'importe quel mouvement à l'appel (ex : ouverture des yeux) mais pas de contact visuel  |
| -4                                       | diminution profonde de la vigilance | Aucun mouvement à l'appel, n'importe quel mouvement à la stimulation physique (friction non nociceptive de l'épaule ou du sternum) |
| -5                                       | non réveillable                     | Aucun mouvement, ni à l'appel, ni à la stimulation physique (friction non nociceptive de l'épaule ou du sternum)                   |

Annexe 12: **Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS)**. D'après *The Richmond Agitation-Sedation Scale: validity and reliability in adult intensive care unit patients*. Sessler et al<sup>194</sup>.

### Glasgow Coma Scale (GCS)

| Ouverture des yeux |       | Réponse verbale        |       | Réponse motrice                    |       |
|--------------------|-------|------------------------|-------|------------------------------------|-------|
| Description        | Score | Description            | Score | Description                        | Score |
| Spontanée          | 4     | Orientée               | 5     | Obéit aux commandes                | 6     |
|                    |       |                        |       | Localise à la douleur              | 5     |
| À la demande       | 3     | Confuse                | 4     | Retrait à la douleur               | 4     |
|                    |       | Paroles inappropriées  | 3     | Flexion anormale (décortication)   | 3     |
| À la douleur       | 2     | Sans incompréhensibles | 2     | Extension anormale (décérébration) | 2     |
| Aucune             | 1     | Aucune                 | 1     | Aucune                             | 1     |

Annexe 13: **Glasgow Coma Scale (GCS)**. D'après *Assessment of coma and impaired consciousness*. Teasdale et Jennett<sup>565</sup>.

### Sedation Agitation Scale (SAS)

| Niveaux | État                 | Comportements  |
|---------|----------------------|--|
| 7       | Agitation dangereuse | Le patient tire sur le tube trachéal, essaie de sortir du lit, attaque le personnel, bouge de tous les côtés                       |
| 6       | Grande agitation     | Le patient ne se calme pas, malgré des directives verbales fréquentes, et doit être immobilisé                                     |
| 5       | Agitation            | Le patient est anxieux ou un peu agité, essaie de s'asseoir et se calme quand on lui donne des directives verbales                 |
| 4       | Calme et coopération | Le patient est calme, se réveille facilement et suit les directives  |
| 3       | Sédation             | Le patient se réveille difficilement, même s'il se réveille quand on lui parle ou qu'on le secoue doucement, et il se rendort      |
| 2       | Forte sédation       | Le patient se réveille si on le touche, mais il ne communique pas et ne suit pas les directives                                    |
| 1       | Coma                 | Le patient réagit peu ou ne réagit pas, malgré des stimulus sensoriels douloureux, ne communique pas et ne suit pas les directives |

Annexe 14: **Sedation Agitation Scale (SAS)**. D'après *Prospective evaluation of the Sedation-Agitation Scale for adult critically ill patients*. Riker et al<sup>566</sup>.

### Adaptation to the Intensive Care Environment (ATICE)

| Conscience   |   | Tolérance                               |   |  |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|--|---|---|---|---|---|
| Éveil (0 à 5)  |   | Compréhension (somme des éléments)      |   | Quiétude (0 à 3)                             |   | Synchronisation au ventilateur (somme des éléments) |   | Relaxation du visage (0 à 3)                            |   |
| Yeux clos sans mimiques                                | 0 | « Ouvrez les yeux »                     | 1 | Agitation menaçant le pronostic vital        | 0 | Pas de blocage du temps inspiratoire ventilatoire   | 1 | Grimace permanente                                      | 0 |
| Yeux clos, grimace après forte stimulation douloureuse | 1 | « Ouvrez la bouche »                    | 1 | Agitation, sans réponse à la demande verbale | 1 |   |   | Pas de fréquence respiratoire > 30                      | 1 |
| Yeux s'ouvrent après forte stimulation douloureuse     | 2 | « Regardez-moi »                        | 1 |  |   | Agitation avec réponse à la demande verbale         | 2 |   |   |
| Yeux s'ouvrent après légère stimulation douloureuse    | 3 | « Faites oui de la tête »               | 1 | Calme  | 3 |   |   | Pas d'utilisation des muscles respiratoires accessoires | 1 |
| Yeux s'ouvrent à la demande verbale                    | 4 | « Fermez les yeux et ouvrez la bouche » | 1 |  |   | 3   | 3 |   |   |
| Yeux ouverts spontanément                              | 5 |   |   |  |   |   |   |   |   |

Annexe 15: **Adaptation to the Intensive Care Environment (ATICE)**. D'après *Adaptation to the Intensive Care Environment: development and validation of a new sedation assessment instrument*. De Jonghe et al<sup>198</sup>.

## Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit (CAM-ICU)

| Critère 1 : Changement aigu ou fluctuation de l'état mental   | Score                                   | Cocher ici si présent   |
|---|---|---|
| <p>Est-ce que le patient est différent de son état mental habituel ?</p> <p style="text-align: center;"><b>OU</b></p> <p>Le patient a-t-il montré une fluctuation de son état mental dans les 24 dernières heures, mis en évidence par la fluctuation d'une échelle de sédation/niveau de conscience (ex : RASS/SAS), GCS, ou par une précédente évaluation de la confusion mentale ?</p>   | Oui à l'une des questions<br>→          | <input type="checkbox"/>  |
| <b>Critère 2 : Inattention</b>  |   |   |
| <p><b>Test d'attention des lettres</b> (voir le manuel d'entraînement pour l'alternative par le test des images)</p> <p>Directives : dites au patient « Je vais vous lire une série de 10 lettres. Chaque fois que vous entendez la lettre 'A', indiquez-le en me serrant la main. » Lisez les lettres de la liste suivante à un ton normal, séparées de 3 secondes.</p> <p style="text-align: center;"><b>C A S A B L A N C A</b></p> <p><b>Compter une erreur à chaque fois que le patient oublie de serrer la main à une lettre 'A' et quand le patient serre la main à une autre lettre que 'A'.</b></p>  | Nombre d'erreurs > 2<br>→               | <input type="checkbox"/>  |
| <b>Critère 3 : Niveau de conscience altéré</b>  |   |   |
| Présent si le score RASS actuel est autre qu'éveillé et calme (zéro)  | RASS autre que zéro<br>→                | <input type="checkbox"/>  |
| <b>Critère 4 : Pensée désorganisée</b>  |   |   |
| <p><b>Questions Oui/Non</b> (voir le manuel d'entraînement pour le jeu de questions alternatives)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Une pierre flotte-t-elle sur l'eau ?</li> <li>2. Y a-t-il des poissons dans la mer ?</li> <li>3. Un kilogramme pèse-t-il plus que deux kilogrammes ?</li> <li>4. Pouvez-vous utiliser un marteau pour enfoncer un clou ?</li> </ol> <p><b>Les erreurs sont comptées lorsque le patient donne une réponse incorrecte.</b></p> <p><b>Ordre</b></p> <p>Dites au patient : « Levez autant de doigts que moi » (levez 2 doigts devant le patient) « Maintenant faites la même chose avec l'autre main » (ne répétez pas le nombre de doigts)</p> <p>Si le patient est incapable de bouger les deux bras, pour la seconde partie de l'ordre, demander au patient : « Ajoutez un doigt de plus ».</p> <p><b>Une erreur est comptée si le patient est incapable de compléter l'ordre en entier.</b></p> | Nombre d'erreurs combinées > 1<br>→     | <input type="checkbox"/>  |
| <p>Ensemble CAM-ICU</p> <p>Critères 1 <u>plus</u> 2 et <u>soit</u> 3 <u>soit</u> 4 présents</p> <p>= CAM-ICU Positif</p>  | <p>Critères rassemblés</p> <p>→</p>     | <input type="checkbox"/><br><p><b>CAM-ICU Positif</b><br/>(Présence de confusion mentale)</p> |
|   | <p>Critères non rassemblés</p> <p>→</p> | <input type="checkbox"/><br><p><b>CAM-ICU Négatif</b><br/>(Absence de confusion mentale)</p>  |

Annexe 16: *Confusion Assessment Method for Intensive Care Unit (CAM-ICU)*. D'après *Evaluation of delirium in critically ill patients: validation of the Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit*. Ely et al.<sup>205</sup>

## Intensive Care Delirium Screening Checklist (ICDSC)

For any component of the checklist, if you are unable to assess, answer No = Score 0.

A total ICDSC score  $\geq 4$  has a 99% sensitivity for a psychiatric diagnosis of delirium.

| Score at time of assessment   | Altered level of consciousness                                       |  | Assessment Considerations   |   |  |
|---|--|--|---|---|--|
|   | RASS = +1 to +4  | Exaggerated response   | Score = 1   | Assess level of consciousness at the time of ICDSC scoring.<br>May need to delay assessment if prn analgesic/sedation recently administered.<br>For continuous sedation/long acting sedatives, score for patient's current condition. |  |
|   | RASS = 0   | Normal wakefulness / calm / cooperative  | Score = 0   |   |  |
|   | RASS = -1 to -2  | Responds to mild stimulation   | Score = 1   |   |  |
|   | RASS = -3  | Responds to moderate stimulation   | Score = 1   |   |  |
|   | RASS = -4 to -5  | Responds only to intense repeated stimulation <b>OR</b> No response to noxious stimulation | <b>STOP ASSESSMENT</b>  |   |  |
| Inattention   |  | Assessment Considerations  |   |   |  |
| Difficulty following simple commands                                  |  | Yes = Score 1  | Attention needs to be held for a minimum of 10 seconds. Does the patient have the ability to organize their thoughts? Does the patient have difficulty focusing attention or difficulty tracking you? Ask the patient to hold up two fingers...and then ask them to hold up two more fingers. While spelling out "HAVE A HAART" get the patient to squeeze your hand on every "A", the patient needs to have 8/10 correct. Have the patient recite the months of the year backwards |   |  |
| Attentive and focused   |  | No = Score 0   |   |   |  |
| Unable to assess  |  | No = Score 0   |   |   |  |
| Disorientation  |  | Assessment Considerations  |   |   |  |
| Disorientated to person, place or time                                |  | Yes = Score 1  | For intubated patients use easy yes/no questions. Can the patient recognize family/caregivers? Do they know what kind of place they are in (hospital)?  |   |  |
| Oriented or unable to assess  |  | No = Score 0   |   |   |  |
| Hallucination, delusion or psychosis                                  |  | Assessment Considerations  |   |   |  |
| Visual, auditory or tactile hallucinations                            |  | Yes = Score 1  | Hallucinations: Perception of something in the absence of stimuli. Delusions: False beliefs with no feasible / reasonable reason. Psychosis: difficulty telling what is real and what is not. Do you hear someone speaking to you other than me? Do you see anything or anyone other than me? Do you believe someone is trying to harm you?   |   |  |
| Delusions   |  | Yes = Score 1  |   |   |  |
| Psychosis   |  | Yes = Score 1  |   |   |  |
| No apparent hallucinations, delusion or psychosis or unable to assess |  | No = Score 0   |   |   |  |
| Observe throughout shift  | Psychomotor agitation or retardation                                 |  | Assessment Considerations   |   |  |
|   | Agitation or retardation   |  | Yes = Score 1   | Hyperactivity: Heightened arousal. Can be restless, agitated, or aggressive.<br>Hypoactivity: Flat affect, withdrawn, decreased responsiveness, slowed speech, and/or apathetic.  |  |
|   | Relaxed and cooperative or unable to assess                          |  | No = Score 0  |   |  |
|   | Inappropriate mood or speech   |  | Assessment Considerations   |   |  |
|   | Inappropriate mood, disorganized thoughts, or inappropriate shouting |  | Yes = Score 1   | Is the patient's speech or mood appropriate to the current situation?<br>Is the patient inappropriately demanding?<br>Consider asking family/friends if this is typical for the patient.  |  |
|   | Appropriate speech/mood or unable to assess                          |  | No = Score 0  |   |  |
|   | Sleep wake cycle disturbance   |  | Assessment Considerations   |   |  |
|   | Slept more than 4 hours total during the day                         |  | Yes = Score 1   | Based on primary caregiver assessment within the past 24 hours.   |  |
|   | Slept less than 4 hours total during the night or frequent waking    |  | Yes = Score 1   |   |  |
|   | Sleeping at least 4 hours at night or unable to assess               |  | No = Score 0  |   |  |
| Fluctuations  |  | Assessment Considerations  |   |   |  |
| WORSENING of any indicators in the last 24 hours (see previous sheet) |  | Yes = Score 1  | Worsening of an indicator which is not related to an intervention.<br>For example, patient is less rousable due to sedative for procedure.  |   |  |
| No change or IMPROVEMENT of delirium indicators                       |  | No = Score 0   |   |   |  |

Annexe 17: Intensive Care Delirium Screening Checklist (ICDSC). D'après Intensive Care Delirium Screening Checklist: evaluation of a new screening tool. Bergeron et al<sup>202</sup>.

L'université n'entend donner aucune approbation ou improbation aux opinions émises dans les thèses.

Les opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

Vu et permis d'imprimer

Montpellier, le..... **4 septembre 2023**.....

P/ le Président de l'Université de Montpellier et par délégation  
Le Directeur d'U.F.R.

## **RÉSUMÉ DE LA THÈSE EN FRANÇAIS**

La réanimation représente une étape critique dans le parcours de soins des patients gravement malades. Cette expérience souvent marquée par un inconfort physique et psychologique considérable est susceptible d'entraîner des complications médicales et psychosociales pour les patients et un impact négatif sur leur qualité de vie. Dans ce contexte, la réhabilitation des patients au décours d'un séjour en réanimation constitue un enjeu majeur pour l'ensemble du personnel soignant. Afin de limiter les nuisances inhérentes aux méthodes de prise en charge traditionnelles, de nouvelles stratégies sont recommandées pour promouvoir le maintien des facultés cognitives en réanimation. Cette promotion de techniques non médicamenteuses vise à améliorer la qualité de vie des patients en réanimation en adoptant une approche plus holistique et personnalisée. Autrefois confinée au domaine du divertissement, la réalité virtuelle se profile comme une révolution incontournable dans le domaine de la santé. En repoussant les limites de l'expérience humaine, la réalité virtuelle ouvre des portes insoupçonnées vers de nouvelles approches diagnostiques, thérapeutiques et de formation médicale. En offrant des opportunités d'amélioration de la qualité de vie, de réduction des complications médicales et de promotion de la récupération, cet outil de distraction innovant se positionne comme un pilier prometteur de l'évolution des soins en réanimation. Une approche intégrée combinant techniques alternatives non invasives et non médicamenteuses telles que la réalité virtuelle et soins médicaux, est essentielle pour fournir une prise en charge complète et efficace de l'inconfort des patients en réanimation.

## **TITRE DE LA THÈSE EN ANGLAIS**

Patients discomfort in intensive care unit.  
What role can virtual reality play as a distraction tool?

## **PROPOSITION DE MOTS CLÉS**

Réanimation, inconfort, réalité virtuelle, patients, prise en charge, thérapies non-médicamenteuses, douleur, anxiété, nuisances, souffrance physique et psychique, technologies innovantes, distraction, réhabilitation.