



Dispositif immersif pour la formation à la gestion de crise

Immersive device for crisis management training

LAROUZEE Justin
CRC Mines Paris - PSL
Sophia-Antipolis
justin.larouzee@minesparis.psl.eu

PORTELLI Aurélien
CRC Mines Paris - PSL
Sophia-Antipolis
aurelien.portelli@minesparis.psl.eu

RIGAUD Eric
CRC Mines Paris - PSL
Sophia-Antipolis
eric.rigaud@minesparis.psl.eu

DELAITRE Didier
CRC Mines Paris - PSL
Sophia-Antipolis
didier.delaitre@minesparis.psl.eu

GUARNIERI Franck
CRC Mines Paris - PSL
Sophia-Antipolis
franck.guarnieri@minesparis.psl.eu

TRAVADEL Sébastien
CRC Mines Paris - PSL
Sophia-Antipolis
sebastien.travadel@minesparis.psl.eu

1 **Résumé** — Une crise se caractérise par des informations incomplètes, contradictoires ou inadéquates, des objectifs changeants, des
2 pressions temporelles et organisationnelles. Le crash du vol AF447 (2009), l'explosion de la plateforme Deepwater Horizon (2010) ou la
3 catastrophe nucléaire de Fukushima (2011) révèlent les limites des dispositions organisationnelles existantes pour la gestion de crise : qu'il
4 s'agisse des plans (plan de continuité, plan d'intervention), des procédures d'urgence ou des programmes de formation et d'entraînement.
5 Lors d'une crise, les décisions peuvent s'appuyer sur l'expérience du décideur ou consister en l'application d'une procédure spécifique, mais
6 elles résultent souvent d'un processus créatif dans un contexte émotionnel de stress et de fatigue exacerbé (Guarnieri & Travedel, 2018). Dans
7 le cadre de la formation, il est difficile voire impossible de reproduire les effets physiques et psychiques des crises sur les individus. Cela
8 constitue un défi pour les enseignements et la formation à la gestion de crise (Lagadec, 2010). Pour répondre à ce défi, le Centre de recherche
9 sur les Risques et les Crises (CRC) de Mines Paris - PSL a conçu et testé un dispositif immersif, coconstruit avec un collectif d'artistes, visant
10 à perturber la cognition des apprenants et leur faire prendre conscience de l'importance des sens, des émotions et de leurs représentations
11 imaginaires dans le processus de décision (Larouzee *et al.*, 2023). Dans cette communication, nous présentons ce dispositif et son ingénierie
12 pédagogique associée. Puis, nous présentons les résultats d'une première expérimentation, réalisées en 2023 avec un public d'étudiants de
13 Mastère Spécialisé en prévention des risques et en gestion des crises dans l'industrie (MS ERC de Mines Paris - PSL). Les premières données
14 sont ensuite présentées et discutées. Elles confirment l'originalité et la force du dispositif, en particulier pour sa capacité à ébranler les
15 imaginaires et faire éprouver des émotions. Au terme de la discussion, nous présentons les chantiers de recherche que nous entendons adresser
16 dans le cadre d'un programme sur trois à cinq ans.

17 **Mots-clefs** — *gestion de crise, formation, dispositif immersif, émotion, décision*

18 **Abstract** — A crisis is characterized by incomplete, contradictory, or inadequate information, changing objectives, and time and
19 organizational pressures. The crash of flight AF447 (2009), the explosion of the Deepwater Horizon rig (2010) and the Fukushima nuclear
20 disaster (2011) reveal the limits of existing organizational arrangements for crisis management, whether in terms of plans (continuity plan,
21 intervention plan), emergency procedures or training programs. During a crisis, decisions may be based on the experience of the decision-
22 maker or consist in the application of a specific procedure, but they often result from a creative process in an emotional context of heightened
23 stress and fatigue (Guarnieri & Travedel, 2018). In the training context, it is difficult if not impossible to reproduce the physical and
24 psychological effects of crises on individuals. This poses a challenge for crisis management education and training (Lagadec, 2010). To meet
25 this challenge, the Centre de Recherche sur les Risques et les Crises (CRC) at Mines Paris - PSL has designed and tested an immersive device,
26 co-constructed with a collective of artists, aimed at disrupting learners' cognition and making them aware of the importance of senses,
27 emotions, and their imaginaries representations in the decision-making process (Larouzee *et al.*, 2023). In this paper, we present this device
28 and its associated pedagogical engineering. Then, we present the results of an initial experiment, carried out in 2023 with a public of students
29 from the Mastère Spécialisé "prevention des risques et gestion des crises dans l'industrie" (MS ERC of Mines Paris - PSL). Initial data are
30 then presented and discussed. They confirm the originality and strength of the device, for its ability to shake imaginaries and arouse emotions.
31 At the end of the discussion, we present the research areas we intend to address as part of a three- to five-year program.

32 **Keywords** — *crisis management, training, immersive device, emotion, decision*

33

Un système complexe est constitué d'une multitude d'éléments en interaction, suivant un ensemble de relations d'ordre engendrant l'émergence de propriétés et de contraintes propres au tout organisé. Ces systèmes (dits « ouverts ») tentent de maintenir un équilibre dynamique à travers des échanges avec leur environnement ; des perturbations dans cet équilibre créent la potentialité de crises. Une perturbation peut être un événement, un accident externe au système, ou un déséquilibre, une surcharge ou un blocage interne au système. La crise est donc un phénomène commun et naturel à l'ensemble des systèmes complexes qu'ils soient naturels, anthropiques ou artificiels (Morin, 1968, 1977, 1984). La crise est une période temporelle qui débute quand le système perçoit le dépassement des seuils d'acceptabilité des conséquences négatives des perturbations et s'achève par le rétablissement d'un état d'équilibre au sein du système. L'achèvement de la crise est caractérisé par la transformation du système pour établir un nouvel état d'équilibre ou par sa mort (que cette mort soit biologique, organisationnelle ou symbolique). Durant la période de crise, les phénomènes perturbateurs s'accroissent et induisent une augmentation des incertitudes, des peurs et des comportements polémiques. Dans le même temps, des capacités créatrices se mobilisent pour élaborer un diagnostic, corriger une connaissance insuffisante ou fausse, contester un ordre établi ou sacralisé dans le but de reconnaître la nature du mal et agir en conséquence (rétablir l'équilibre, apprendre, modifier la structure du système mais aussi désigner des coupables à sanctionner). Ainsi, le temps de la crise intègre d'une part désordres, destructions, incertitudes, angoisses, ou morts et d'autre part décisions, actions, innovation ou transformation. C'est à la fois un temps porteur de destruction et de création.

Les organisations et les territoires se sont progressivement dotés de systèmes de gestion de crises qui structurent des actions de prévention, de préparation et de continuité d'activité (Alexander, 2012). Ainsi, organisations et territoires définissent des plans (alertes, évacuation, recherche et sauvetage, communication, transport ou médecines d'urgence), développent et déploient des cursus de formation pour que les agents soient en mesure d'adopter un comportement adéquat lors de la survenue d'une crise. Le processus de définition des plans et des formations repose en grande majorité sur l'apprentissage des leçons apprises à travers l'étude des crises du passé. Cela induit un biais et crée une vulnérabilité relative à la survenue de situations inédites par leur nature, leur intensité ou bien par leur ampleur (Taleb, 2008 ; Gisquet & Borraz, 2020). Cette problématique est d'autant plus importante, que la fréquence de survenue et l'intensité de ce type de situation est susceptible d'augmenter à cause des phénomènes de mondialisation, des dérèglements climatiques, de la complexification des systèmes industriels et des chaînes logistiques, ou bien de tensions entre États (Goldin et al. 2014). En suivant Edgar Morin, il est possible de poser que la question de gestion de crise est dialogique, en ce qu'elle doit constituer une « *unité symbiotique de deux logiques, qui à la fois se nourrissent l'une l'autre, se concurrencent, se parasitent mutuellement, s'opposent et se combattent à mort* » (Morin, 1977). Les deux logiques à l'œuvre sont rationaliste et créative, et celles-ci demandent de considérer deux systèmes de compétences. Le premier système de compétence repose sur la mise en œuvre de procédures rédigées avant la crise et l'exécution, dans un contexte dégradé, de tâches et d'actions apprises lors des formations. Le second système de compétences doit permettre aux acteurs de faire preuve de capacités créatrices pour élaborer un diagnostic, corriger une connaissance insuffisante ou fausse, contester un ordre établi ou sacralisé, dans le but de reconnaître la nature du mal et d'agir en conséquence dans un contexte d'augmentation des incertitudes, des peurs et des comportements polémiques (Morin 1984).

En conséquence, former à la gestion de crise doit, en premier lieu, développer les savoirs, savoir-faire et savoir-être relatifs aux différents plans à mettre en œuvre lors de la survenue d'une crise. Ainsi, des cours magistraux et des mises en application pratiques peuvent utilement être prodigués pour que les apprenants (qu'il s'agisse d'étudiants en formation initiale ou de professionnels en formation continue) maîtrisent les concepts fondamentaux de la gestion de crise, les mécanismes de causes à effets pouvant survenir lors d'une crise et les tâches techniques et non-techniques devant être mises en œuvre. Ces compétences permettent de développer la capacité à faire face aux événements dont l'expérience des événements du passé fournissent suffisamment de connaissances pour élaborer des standards de prévention et de préparation à la gestion de crise. En second lieu, la formation à la gestion de crise doit développer des compétences créatrices, pour permettre aux acteurs impliqués d'identifier quand leur système d'actions (représentations, règles, ressources, information, temps ou bien compétences) n'est pas ou plus en adéquation avec l'événement en cours. Ces compétences créatrices devraient ultimement servir à inventer des modalités de réponses inédites, basées sur des représentations s'approchant de la nature exacte de l'événement et de mobiliser les éléments disponibles pour y faire face en vue de reprendre le contrôle d'une situation.

Les approches pédagogiques traditionnelles permettent le développement des compétences de gestion de crises relevant de la première logique, rationaliste. Néanmoins, ces approches apparaissent largement limitées pour développer les compétences de gestion de crise relevant de la logique créative (BEA, 2012 ; Castagnino & Fayeton, 2021). Une des causes probables est que les ressorts psychologiques, biologiques, herméneutiques et culturels qui structurent les compétences de créativité nécessaires en situation de crises, et leurs modalités pédagogiques de développement, demeurent encore peu connues et font l'objet de peu de travaux de recherche et de développement. Ces manques peuvent notamment être imputés aux paradigmes positivistes et objectivistes dominants la pensée occidentale depuis le XVII^e siècle, qui ont conduit à rejeter la subjectivité en dehors des champs scientifiques et techniques, ce qu'Edgar Morin appelle la « rationalisation ». Celle-ci se distingue de la raison (volonté d'avoir une vision cohérente des phénomènes des choses et de l'univers) ou de la rationalité (dialogue incessant et itératif entre l'esprit et le monde à l'aide de structures logiques). La rationalisation, quant à elle, consiste à « *vouloir enfermer la réalité dans un système cohérent. Et tout ce qui, dans la réalité, contredit ce système cohérent est écarté, oublié, mis de côté, vu comme illusion ou apparence.* » (op. cit.). Rationalité et rationalisation ont donc la même source, mais en se développant finissent par s'opposer. Ainsi, les mythes et les religions ont fait l'objet d'explications simplistes par les philosophes du XVIII^e siècle qui négligeaient la profondeur et la réalité de la puissance religieuse et mythologique chez l'humain. Au début du XX^e

95 siècle, les anthropologues occidentaux étudiaient des sociétés qu'ils qualifiaient de *primitives* et considéraient irrationnelles
96 avec le centrisme d'une raison occidentale de l'époque, « rationalisante ». Pourtant, rites, dessins et sorcellerie ne s'opposent
97 pas à une très grande rationalité ; certes diffuse dans ces pratiques, mais soutenant une fine connaissance du monde, des artefacts,
98 des stratégies, des organisations sociales, etc. Pour éviter l'écueil de la rationalisation (qui commence par lui réduire la
99 rationalité), il faut que « *la raison critique devienne autocritique [...] exerçant un commerce incessant avec le monde empirique,*
100 *seul correctif au délire logique.* » (Morin, 2005) ; nous parlerons de pensée ou de raison réflexive et de réflexivité. Alors, il
101 devient possible de reconnaître que nous vivons dans une culture qui a développé certains secteurs de rationalité (la philosophie,
102 la science, la technique) ; parfois jusqu'à les déifier (rationalisation). Nous avons aussi nos mythes, notre magie, mais d'une
103 autre sorte, d'un autre type. Les efforts théoriques et épistémologiques conduits depuis la seconde moitié du XX^e siècle
104 permettent aujourd'hui de considérer de nouvelles approches pratiques visant à réhabiliter la subjectivité, la réflexivité en vue
105 de contribuer à une révision des paradigmes de gestion de crise.

106 Cette communication présente une contribution originale aux besoins d'innovation pédagogique pour la formation à la
107 gestion de crise. Dans un premier temps, nous présentons le cadre théorique que nous avons constitué pour penser et concevoir
108 un dispositif immersif et une ingénierie pédagogique visant à réhabiliter la subjectivité et stimuler la réflexivité chez les
109 apprenants (partie II). Nous présentons ensuite le cadre des premières expérimentations pédagogiques, le dispositif de mesure
110 associé ainsi que les premières données collectées ; ces premiers résultats confirment l'efficacité de notre dispositif et leur
111 discussion permet d'esquisser un programme de recherche pluriannuel pour contribuer à l'évolution des paradigmes de
112 formation à la gestion de crise (partie III).

113 II. CADRE THEORIQUE, DISPOSITIF IMMERSIF & PROTOCOLE PEDAGOGIQUE

114 Cette section présente tout d'abord notre cadre théorique (A), celui-ci articule des auteurs et des concepts issus de différentes
115 disciplines (sociologie, philosophie, anthropologie, neuropsychologie, etc.) et a été assemblé afin de questionner la possibilité
116 d'explicitier, de faire expérimenter et ultimement de réhabiliter la subjectivité chez nos apprenants. Nous présentons ensuite un
117 dispositif immersif, conçu pour faire expérimenter aux apprenants les effets des crises sur les modes de pensée et les imaginaires
118 ainsi que le protocole pédagogique étendu qui permet la mise en œuvre pratique de ce dispositif immersif (B).

119 A. Cadre théorique

120 Notre cadre théorique pluridisciplinaire s'est progressivement étoffé afin d'articuler, sous le paradigme de la complexité,
121 d'une part le courant de la cognition incarnée (*embodied cognition*) qui permet de comprendre le rôle du corps et des émotions
122 dans la prise de décision et la rationalité (A.1) ; et d'autre part, celui des significations imaginaires qui permet de rendre compte
123 de l'existence d'un imaginaire de maîtrise que les crises ont pour propriété d'ébranler (A.2). Chacun de ces deux pans est à
124 l'origine d'hypothèses et de choix de conception du dispositif immersif présenté dans la partie suivante.

125 1) *Emotions et décision*

126 Nous avons affirmé en fin d'introduction que les approches *traditionnelles* de formation à la gestion de crise semblent être
127 largement limitées pour développer les capacités de flexibilité et de créativité. Nous avons postulé que ces limites pouvaient
128 s'expliquer en considérant l'histoire des sciences et constituer un héritage du paradigme positiviste, rationaliste, qui a soutenu
129 le développement de notre société technicienne (Ellul, 2012). Cette observation s'applique également pour comprendre la
130 (re)découverte tardive du rôle positif et nécessaire des émotions et des sentiments dans la prise de décision. Comme le note
131 Antonio Damasio :

132 « *Durant presque tout le XX^e siècle, dans les laboratoires de neuroscience, on se méfia de l'émotion.*
133 *L'émotion, disait-on, était trop subjective. L'émotion était trop évanescence et vague. L'émotion était à*
134 *l'extrême opposé de la raison, capacité humaine de loin la plus belle, or la raison, présumait-on, était*
135 *entièrement indépendante de l'émotion. C'était là un tour pervers que l'on donnait à la conception*
136 *romantique de l'humanité. Les romantiques plaçaient l'émotion dans le corps, et la raison dans le*
137 *cerveau. La science du XX^e siècle délaissait le corps, renvoyait l'émotion dans le cerveau, mais la*
138 *reléguait dans les strates neuronales inférieures en l'associant à des ancêtres que personne ne vénait.*
139 *Enfin, non seulement l'émotion n'était pas rationnelle, mais même l'étudier n'était probablement*
140 *pas rationnel non plus.* » (Damasio, 2002)

141 Pourtant, toujours selon Damasio (2001, 2002, 2005), les émotions jouent un rôle essentiel dans la capacité humaine de
142 programmer ses actions dans l'avenir, capacité qui sous-tend notamment le respect de règles sociales, la conduite morale et la
143 capacité de décision dans des situations complexes (car susceptibles d'impacter la survie ou impliquant de résister à des gains
144 à court terme pour des gains supérieurs à long terme). Les émotions ne sont pas à la source de biais, de mauvaises décisions,
145 des parasites d'une logique pure du cerveau ; les émotions sont un lien fondamental entre le corps et le cerveau, absolument
146 nécessaires et constitutives du processus de décision. En effet, le cerveau anticipe l'avenir et forme des plans d'action en
147 s'appuyant sur les émotions, vécues ou remémorées, qui influencent les différentes options offertes à la décision. Les circuits
148 neuronaux à la base de la perception des émotions sont localisés dans les régions du cerveau où se projettent et sont intégrés les
149 signaux en provenance du corps. La perception des émotions est liée à l'information sensorielle provenant de la représentation
150 mentale du corps, actualisée à chaque instant (cartes somatosensorielles). La coïncidence de la perception sensorielle d'un objet
151 extérieur et d'un état interne perçu confère à l'objet donné (ou l'évènement) une « qualité », bonne ou mauvaise, en fonction de

152 et grâce à l'information provenant du corps. Les émotions ont donc une réelle valeur cognitive, puisque la capacité de percevoir
153 des émotions permet d'évaluer la qualité des relations entre l'organisme et les objets (concrets ou abstraits).

154 Les travaux de Damasio ont ainsi contribué à faire accepter l'idée que la prise de décision passe par deux voies
155 complémentaires. La première déclenche, dans le cerveau du décideur, une représentation de la situation, des options d'action
156 et d'anticipation des résultats de son action. Des stratégies de raisonnement peuvent opérer sur ces représentations pour produire
157 une décision. La seconde voie, parallèle, simultanée, déclenche l'activation d'expériences émotionnelles antérieures survenues
158 dans des situations comparables. Le rappel du matériau émotionnel lié influence, en retour, le processus de décision en attirant
159 l'attention sur la représentation des conséquences futures ou en interférant avec les stratégies de raisonnement. Cette voie
160 émotionnelle peut même donner directement lieu à une décision. Le taux d'utilisation de chaque voie, seule ou combinée,
161 dépend du développement individuel de la personne, de la nature de la situation et des circonstances. Cependant, la coexistence
162 des deux voies est indispensable pour permettre des décisions rationnelles. En effet, en étudiant des patients atteints de lésions
163 cérébrales spécifiques (dans la zone préfrontale où sont traitées les émotions et les changements d'états corporels), Damasio a
164 montré que privé de ce lien au corps, le cerveau devenait inapte à produire des décisions utiles ou avantageuses. Les patients
165 pouvaient parler, compter, se souvenaient de leur histoire personnelle, se comportaient en apparence normalement... Mais leurs
166 décisions concernant la vie sociale, affective, économiques et professionnelles ou leurs performances sur des tests de décision
167 complexe étaient désastreuses.

168 Les émotions renvoient au corps, elles sont en substance la manifestation cérébrale d'un changement physique ou
169 physiologique dans le corps. L'idée qu'il y aurait d'un côté le corps, de l'autre l'esprit, est une erreur qui ne reflète aucune
170 réalité neurobiologique. Pourtant cette idée contribue à réifier la raison (qui appartiendrait au royaume de l'esprit) jusqu'à
171 considérer comme viciées les influences du corps (qui appartiendrait au monde étendu des choses). Ainsi, la démarche
172 scientifique et par la suite technique, devaient mettre à distance le sujet, le séparer de l'objet. Or, nous sommes sujets car
173 nous avons un corps et la subjectivité n'est pas synonyme d'irrationalité : là est la première bascule à opérer.

174 Le dispositif pédagogique que nous avons conçu a pour première ambition de conduire chez l'apprenant à la conscientisation
175 de l'existence de la voie émotionnelle dans les stratégies de raisonnement. Cet apport nous apparaît fondamental dans le cadre
176 d'enseignements à la gestion de crises. En effet, toujours en suivant Damasio, nous reconnaissons les émotions comme
177 intrinsèquement rationnelles puisque, affirmons-le une dernière fois, « rationnel » ne renvoie pas à un raisonnement formel,
178 logique et explicite, mais plutôt à une conduite avec des actions et des résultats bénéfiques pour l'organisme témoignant de ces
179 émotions et favorisant des résultats qui auraient pu être obtenus, plus lentement, de façon logique (Damasio, 2005). Nous avons
180 donc retenu comme première hypothèse de conception de notre dispositif pédagogique qu'il doit reposer sur une expérience qui
181 mobilise l'ensemble du corps et des sens tout en conduisant l'apprenant à prendre des décisions qu'il estime importantes. Un
182 tel dispositif pédagogique pouvant dès lors permettre l'activation et la conscientisation de la voie émotionnelle de décision.

183 Cette première hypothèse de conception, largement centrée sur la psychologie du sujet, ne doit cependant pas l'isoler de son
184 environnement, au risque de verser dans un réductionnisme simplificateur. Les travaux du CRC sur des crises passées nous ont
185 conduit vers l'anthropologie, la sociologie ou la psychologie sociale pour étudier les effets de ces situations sur les collectifs,
186 primaires et secondaires, en particulier dans le cas d'organisations techniques et industrielles. La partie suivante présente un
187 autre pan de notre cadre théorique qui nous a conduit à nous intéresser aux significations imaginaires et à une de ses formes que
188 nous appelons « l'imaginaire de maîtrise ».

189 2) Significations imaginaires et imaginaire de maîtrise

190 En suivant Cornélius Castoriadis, les significations imaginaires sociales renvoient aux normes, aux valeurs, aux mythes, aux
191 représentations, aux croyances, aux traditions, aux projets, communs aux individus d'une même société. Ce sont ces créations
192 qui font tenir ensemble l'édifice social. En retour, l'existence psychique de l'individu ne prend sens qu'en se référant aux
193 significations imaginaires créées par la société. De cette manière se retrouvent reliées les deux dimensions, l'une individuelle
194 et l'autre collective, de l'imaginaire. Castoriadis considère que l'institution imaginaire de la société est le produit de l'imaginaire
195 collectif anonyme. Les significations imaginaires constituent un « *faisceau indéfini de renvois interminables à autre chose* »
196 (Castoriadis, 1975), qui se rapporte aussi bien à des significations qu'à des non-significations. Tout ce que la société peut saisir
197 ou percevoir est en cela investi d'une signification. C'est parce qu'il est possible d'accorder une signification à toute chose
198 qu'une chose peut se retrouver privée de signification, ou bien être insignifiante, voire absurde. Les significations imaginaires
199 ont pour rôle de définir dans la société son identité, son rapport au monde et aux objets qui le peuplent, mais aussi ses besoins
200 et ses désirs. Castoriadis précise que « *l'institution de la société est chaque fois institution d'un magma de significations*
201 *imaginaires sociales, que nous pouvons et devons appeler un monde de significations* » (Castoriadis, 1975). Sans ces
202 significations imaginaires, il ne pourrait y avoir de monde humain, ni de culture, et tout ne serait que chaos. C'est en produisant
203 ce magma de significations que chaque société crée un monde qui lui est propre et donne sens aux activités entreprises par les
204 êtres humains qui composent la société. Puisque nous nous intéressons particulièrement à la gestion de crise dans les
205 organisations industrielles, nous mettons l'accent sur une forme particulière de significations imaginaires que nous appelons
206 « l'imaginaire de maîtrise ».

207 L'imaginaire de maîtrise renvoie à une croyance en la possibilité d'une réduction déterministe des risques qui menacent les
208 individus, limitée au niveau de chacun par sa connaissance et sa compréhension. Cette création de sens a pour fonction de croire
209 et faire croire en la puissance et l'efficacité des dispositifs déployés pour protéger les travailleurs des phénomènes dangereux
210 (Portelli 2022, 2023). L'étude de situations de crises telles que le crash du vol AF 447 (BEA, 2012) ou l'accident nucléaire de
211 Fukushima (Guarnieri & Travadel, 2018) met en lumière le fait que les acteurs impliqués dans leur gestion sont confrontés à un
212 effondrement de leurs significations imaginaires. Cet effondrement pulvérise le système de valeurs et de croyances, lui-même

213 source de stabilité et de sécurité ; il anéantit ce qui donne sens à l'action dans une situation normale d'exploitation. Dès lors, il
214 est nécessaire de déployer des stratégies de résilience, notamment d'improvisation créative et d'adaptabilité (Woods, 2019),
215 afin d'éviter la sidération et de rester incapable de reprendre le contrôle (d'une situation, d'un outil de production, etc.).

216 Nous proposons donc d'élargir le paradigme des formations à la gestion de crise afin de conduire les apprenants à identifier
217 et à questionner les ressorts humains mobilisés pour faire face à ce type d'événement parmi lesquels, la possible nécessité de
218 remettre en cause le dogme des procédures et de mobiliser des compétences de créativité. Nous retenons donc comme seconde
219 hypothèse de conception de notre dispositif pédagogique qu'il doit permettre d'ébranler l'imaginaire de maîtrise des apprenants.

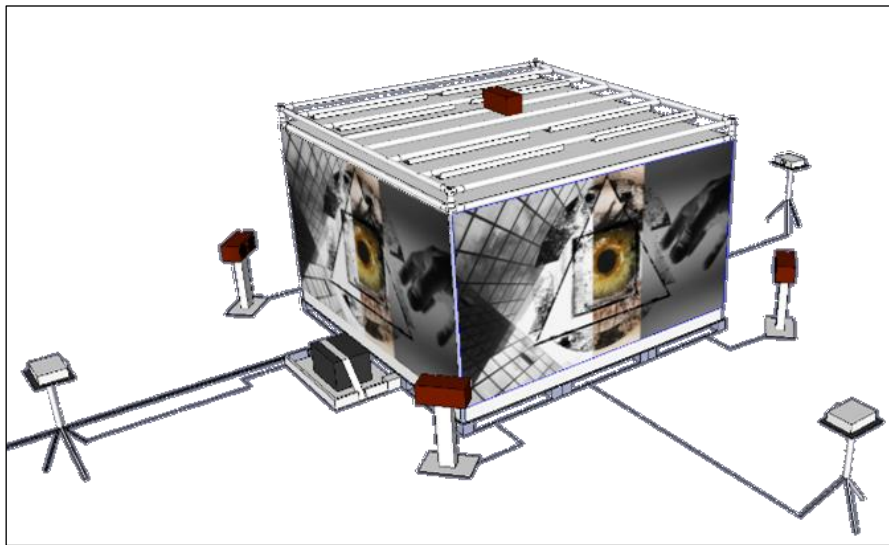
220 Dans la partie suivante, nous allons présenter le dispositif pédagogique que nous avons conçu à partir des deux hypothèses
221 de conception que nous avons pu dégager de notre cadre théorique, ainsi que le protocole pédagogique qui encadre l'utilisation
222 de ce dispositif.

223 B. Description du dispositif immersif et du protocole pédagogique

224 L'exercice immersif que nous avons conçu consiste schématiquement à immerger les apprenants, par petits groupes, dans
225 un environnement audiovisuel absurde où il leur est demandé de réaliser une série de choix puis une décision. Les choix portent
226 sur les signes perçus dans la séquence audiovisuelle projetée sur les murs d'un espace immersif cubique (cf. Fig. 1) et la décision
227 finale porte sur le nombre de « bonnes réponses » que les participants pensent avoir donnés. Dans un premier temps, nous allons
228 décrire le dispositif immersif baptisé « Le Cube » ainsi que la séquence audio-visuelle conçue pour faire éprouver le sentiment
229 d'absurdité (B.1). Dans un second temps, nous décrivons la séquence pédagogique imaginée pour exploiter le dispositif
230 immersif et ses effets, et conduire les apprenants à reconnaître le rôle et l'importance de leur subjectivité (B.2).

231 1) Description du dispositif et de la séquence audio-visuelle

232 Notre première hypothèse de conception était que notre dispositif pédagogique devait reposer sur une expérience qui
233 mobilise l'ensemble du corps et des sens des apprenants, tout en les conduisant à prendre des décisions ; ce afin de permettre
234 l'activation et la conscientisation de la voie émotionnelle de décision. Nous avons conçu un dispositif audiovisuel immersif
235 consistant en une salle de projection fermée, constituée de quatre écrans de projection, mesurant trois mètres de large et
236 deux mètres de haut. Des images sont projetées depuis l'extérieur par quatre vidéoprojecteurs, ce choix permet de maximiser le
237 caractère immersif de l'expérience vécue à l'intérieur. Le son de la séquence, quant à lui, est diffusé par cinq enceintes et un
238 caisson de basse.



240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
Fig. 1. Dispositif immersif conçu par le CRC (Mines Paris – PSL)

260 Au contraire de la quête de réalisme habituellement rencontrée dans les jeux sérieux ou les simulations informatiques pour
261 les besoins de formation (e.g. simulateurs de vol, recours à la réalité virtuelle), l'environnement audiovisuel dans lequel les
262 participants sont immergés relève d'une création artistique. Ce décalage contribue à créer une situation absurde et un
263 environnement contradictoire où l'interaction entre les sujets et leur environnement tend à provoquer des réactions discordantes
264 (Dewey, 1993). Enfin, le recours à une création artistique soustrait le contenu à tout jugement quant à son réalisme. La logique
265 de conception de la vidéo, d'une durée de quinze minutes, est fondée sur l'utilisation de textures visuelles et sonores familières,
266 obtenues par des prises de vues et de son d'objets du quotidien, auxquelles sont surimposées des effets de symétrie, de
267 distorsions et de filtres vidéo. La bande sonore est diffusée à volume constant, mais la dynamique et les univers sonores varient.
268 L'ensemble des effets sonores et visuels demeure à l'intérieur des limites de la production cinématographique de loisir.

269 Afin de concrétiser la seconde hypothèse de conception, portant sur l'imaginaire de maîtrise, nous avons choisi d'induire
270 un contexte industriel à travers un cadrage rédigé et hybridé avec les consignes de l'exercice. Ainsi, la séquence débute par la
271 projection de la consigne suivante :

272 *« vous venez d'être envoyé sur un site industriel à risque. Des anomalies mineures ont été constatées les*
273 *jours précédents. Vous êtes maintenant dans le poste de contrôle. Un signal visuel vous indiquera les*
274 *moments auxquels vous devrez prendre une décision de protocole en glissant un O ou un Δ dans votre*
275 *enveloppe. Selon la dominante géométrique constatée dans ce que nous venez de voir ainsi que sa couleur*
276 *en fonction de la température de couleur relevée. Le responsable du site vous signale que la dominante*
277 *géométrique Δ est en général constatée lorsque le seuil sonore émis par l'infrastructure qui est*
278 *consultable sur votre écran de contrôle est proche ou supérieur à 30 dB. Une fois le type de protocole*
279 *glissé dans votre enveloppe vous ne pourrez pas revenir sur ce choix. ».*

280 Pour renforcer l'effet de cadrage industriel, durant toute la durée de l'immersion, sur un des écrans (arbitrairement appelé
281 « écran central ») sont projetés des indicateurs de contrôles (fréquence et amplitude sonore avec un seuil figuré à 30 dB) ainsi
282 que des données numériques (type horloge digitale). Sur les autres écrans vont ensuite se succéder une série de plans (décrits
283 ci-après), entrecoupée de sept indications « protocole » qui indiquent aux participants qu'ils doivent effectuer un choix.

284 Dans son ensemble, la vidéo présente une première phase (d'environ six minutes) qui permet une accoutumance puis
285 l'environnement visuel et sonore devient plus chaotique, les formes géométriques moins discernables et la température de
286 couleur plus difficile à distinguer. L'enchaînement des pictogrammes « protocoles » indiquant les temps de choix s'accélère
287 progressivement. Certains sons sont difficiles à identifier tandis que d'autres sont diffusés avec précision. Si le rythme et
288 l'univers sonores peuvent être en lien avec les images, il n'y a pas nécessairement de connexion directe entre ces deux signaux.
289 L'utilisation d'infrasbasse renforce l'impact émotionnel de la séquence. Tout au long de la vidéo, une séquence peut évoquer
290 celles précédentes sous une forme altérée, associée à une dominante de couleur et/ou une ambiance sonore distincte. Des bribes
291 de régularités sont ainsi suggérées, sans qu'il soit possible d'en tirer des conclusions sur des règles « objectives » d'association
292 entre type d'images, dominante géométrique, dominante de couleur et sons. La séquence se termine par une ultime consigne
293 qui invite les participants qui pensent avoir fait deux erreurs ou moins à rester dans le Cube, et ceux qui pensent avoir fait trois
294 erreurs ou plus à sortir du Cube. Concernant les sept choix et la décision finale, notons que les participants subissent, au-delà
295 des effets de cadrage, une forme de pression à agir à travers le contexte d'évaluation dans lequel est présenté l'exercice.

296 2) Protocole pédagogique et récits de vie

297 La séquence immersive est encadrée par un protocole pédagogique, en partie théâtralisé, en amont, pendant et en aval. Nous
298 défendons que sans ce dispositif pédagogique au complet, l'expérience immersive ne pourrait avoir de valeur pédagogique. Le
299 dispositif pédagogique est pensé comme suit :

300 La veille de l'exercice, un questionnaire de positionnement est administré aux participants. L'administration du
301 questionnaire n'est pas explicitement reliée à l'exercice immersif du lendemain (au sujet duquel les participants n'ont reçu
302 aucune information, afin de laisser leur imagination projeter différentes possibilités).

303 Le jour de l'exercice, les apprenants sont répartis en groupes de quatre à cinq personnes. Avant d'entrer dans le dispositif,
304 un encadrant « A » donne aux participants quelques informations sur l'exercice et les informe qu'ils seront soumis à une
305 évaluation. Un encadrant « B » les accompagne vers le dispositif immersif. Dans un sas, les participants sont appelés par un
306 troisième encadrant « C » pour recevoir sept enveloppes numérotées et nominatives, deux séries de formes géométriques en
307 plastique (triangles et disques) dans les trois couleurs primaires. Chaque participant est ensuite invité à rejoindre l'intervenant
308 « B » à l'intérieur du dispositif. Les participants se placent librement dans l'enceinte.

309 La séquence commence. Lorsqu'une injonction à choisir apparaît (sous la forme d'un pictogramme et de l'indication
310 « protocole »), chaque participant doit insérer dans une enveloppe un choix concrétisé par une forme géométrique de couleur.
311 A la fin de la séquence, la dernière consigne implique que les participants doivent rester dans le dispositif ou en sortie s'ils
312 pensent avoir un certain taux de réussite à l'épreuve. L'intervenant « B » demeure à côté des participants jusqu'à leur sortie de
313 la salle. Il n'intervient pas durant la séquence et prend note des personnes qui décident de rester ou de sortir à la fin.

314 Une fois la décision finale prise et assumée, les apprenants retournent en salle où il leur est demandé de rédiger librement,
315 en quinze minutes, une réponse à la question « comment avez-vous vécu l'exercice ? ». Cette dernière étape est absolument
316 fondamentale et doit être considérée comme faisant partie intégrante de l'expérience immersive. En effet, nous accordons au
317 récit une importance fondamentale dans la compréhension et la création du sens donné par un individu à son expérience. Selon
318 Paul Ricoeur (1985), la narration constitue un moyen de structurer l'expérience temporelle. En cela, le récit de soi peut
319 s'interpréter comme une tentative pour l'individu d'inscrire son existence dans le temps. L'activité narrative, en procédant à
320 une mise en intrigue des faits qui se succèdent dans le temps, permet ainsi à l'individu de composer la trame de son vécu et de
321 donner sens aux événements qui constituent son histoire.

322 Une fois la rédaction des récits achevée, les apprenants sont réunis en salle puis invités à donner successivement lecture à
323 haute-voix de leur récit, puis une séquence d'échanges libres, entre les apprenants est lancée. Ce temps de partage d'expériences
324 permet la prise de conscience des subjectivités qui ont été mobilisées pour les choix et les décisions ; il permet aussi de mettre
325 en lumière les mécanismes de recherche de congruence et de défense, de justification, ainsi que les décisions qui ont été prises
326 (alors même que celles-ci se confrontent aux réalités alternatives, aussi diverses que le nombre de participants).

327 Les encadrants échangent avec les participants puis finalement explicitent l'objet de l'exercice ainsi que son intérêt
328 pédagogique (à l'aide d'une unique diapositive de synthèse sur laquelle il est écrit :

329 *« Vous avez été immergés dans un environnement absurde dans lequel vous avez fait une série de choix*
330 *suivie d'une décision. L'objectif était de montrer que tout individu fait sens de la situation vécue, en*

331 *mettant en relation les signes de son environnement, en mettant son vécu en récit (mental, oral ou écrit),*
332 *ce qui peut conduire à des décisions particulièrement assurées et assumées. Ce que vous pourriez*
333 *considérer comme un comportement 'subjectif' ou 'irrationnel', est un phénomène humain et*
334 *nécessaire. »).*

335 Le questionnaire de la veille est à nouveau administré aux participants. La question du récit de vie est à nouveau posée aux
336 participants à l'issue de la séance de débriefing et de la diapositive de synthèse. Le questionnaire est enfin administré « à froid »,
337 30 jours après l'exercice.

338 III. PREMIERES EXPERIMENTATIONS & RESULTATS

339 Cette partie présente les résultats de la première expérimentation, réalisée en mars 2023 avec un public d'étudiants de
340 Mastère Spécialisé en prévention des risques et en gestion des crises dans l'industrie (MS ERC de Mines Paris - PSL). Les
341 données sont recueillies suivant deux modalités spécifiques, des questionnaires de positionnement et des récits de vie, ou
342 d'expérience (A). Nous proposons ensuite une discussion de nos premiers résultats qui permet d'esquisser un programme de
343 recherche pour poursuivre le développement et le déploiement de notre dispositif pédagogique (B).

344 A. Présentation des données collectées

345 Dans cette section nous présentons les deux types de données recueillies auprès des participants (n = 17) à l'exercice
346 immersif. Ces données sont recueillies par questionnaires, dispensés avant la séquence, « à chaud » à l'issue du debriefing puis,
347 « à froid » (1) ; et à l'aide des récits de vie que nous demandons aux apprenants de produire dès leur sortie du dispositif immersif,
348 après le debriefing et « à froid » (2). L'objectif est ici de présenter le dispositif de recueil de données et ses ambitions ainsi que
349 les premiers éléments d'analyse. L'analyse détaillée des données étant encore en cours, elle fera l'objet de communications
350 spécifiques ultérieures.

351 1) Questionnaires de positionnement

352 Nous soumettons nos participants à un questionnaire de positionnement composé de trois sections (cf. Fig. 2). La première
353 section est une section standard d'identification du répondant. La seconde est une section de cadrage épistémique ; dans cette
354 section nous demandons aux répondants d'indiquer leurs trois matières scolaires préférées. La troisième section demande aux
355 répondants de se positionner, à l'aide d'échelles de Likert (Lemaine, 1967), sur des affirmations relatives à la rationalité et la
356 subjectivité.

1/ Identification du répondant

NOM : Prénom :
Date : Groupe :

2/ Quelles sont vos 3 matières scolaires préférées :

-
-
-

3/ Positionnez-vous sur les affirmations suivantes à l'aide d'une échelle de 1 (pas du tout d'accord) à 10 (absolument d'accord) :

- Dans la vie tout est relatif :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- On a toujours raison :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Fig. 2. Questionnaire de positionnement

359 Les réponses à la deuxième section sont très variées, incluant des matières classiques du secondaire (physique, chimie,
360 histoire, mathématique), des disciplines spécialisées ou d'option (écologie et développement durable, management des risques,
361 chimie organique, sociologie de la communication) ou des disciplines comme art plastique, sport ou éducation civique.
362 L'ambition est de regrouper, catégoriser, ces réponses en fonction des postures épistémiques auxquelles elles
363 renvoient (positiviste, constructiviste, hypothético-déductives, historico-herméneutiques, naturalistes, etc.). Puis d'étudier
364 l'existence de corrélation entre le type de matières préférées et le score médian obtenu dans la troisième section du questionnaire.
365 Cela nous permettrait de tester l'hypothèse qu'il est plus difficile pour les apprenants avec une forte appétence pour les
366 épistémologies positivistes et hypothético-déductives de reconnaître la valeur des connaissances subjectives et le rôle du corps,
367 des émotions, dans la rationalité.

368 Les réponses à la troisième section mesurent l'adhésion aux propositions « dans la vie, tout est relatif » et « on a toujours
369 raison ». Ces affirmations ont été proposées en considérant que plus une personne reconnaîtrait la nécessaire subjectivité
370 humaine, plus elles devraient adhérer. Les scores de la première affirmation varient de trois à dix, ceux de la seconde varient

371 de un à dix. Deux aspects nous intéressent : le score de positionnement avant la séquence pédagogique et la variation de ce
 372 score après la séquence. En première approximation, nous considérons que notre dispositif pédagogique produit les effets
 373 souhaités si la variation de score avant/après est positive. L'administration du questionnaire à froid permet de contrôler l'effet
 374 de régression vers la moyenne, qui tendrait à expliquer qu'après une variation d'opinion marquée dans un sens, avec le temps,
 375 le score tend à revenir vers une position médiane. Pour la première affirmation, neuf participants sur dix-sept et pour la seconde,
 376 sept participants sur dix-sept ont une variation de score positive ; les participants n°2, 3, 5, 6 et 17, puisque leurs scores ont
 377 augmenté pour les deux affirmations sont certainement ceux pour qui l'enseignement a été le plus marqué (cf. Fig. 3).

	Q1 avant	Q1 chaud	Q1 froid	Q2 avant	Q2 chaud	Q2 froid
1	8	8	8	6	5	6
2	9	10	10	5	10	10
3	6	8	8	3	6	7
4	9	9	8	8	8	6
5	6	8	7	1	5	5
6	6	8	8	3	6	7
7	3	4	3	3	3	3
8	8	8	7	5	6	5
9	5	5	5	7	7	7
10	8	9	X	2	2	X
11	8	9	9	2	1	1
12	7	9	8	4	2	2
13	8	8	7	4	5	5
14	5	5	5	1	1	1
15	9	9	9	3	3	2
16	10	10	8	6	6	5
17	5	9	10	7	9	8

Fig. 3. Résultats des réponses aux affirmations Q1 « dans la vie, tout est relatif » et Q2 « on a toujours raison ». Les numéros de lignes (1 à 17) correspondent aux 17 participants. Les zones encadrées en gras correspondent à des variations positives des scores avant et après (à chaud) la séquence pédagogique. Ces variations positives tendent à indiquer que notre dispositif produit les effets escomptés.

379 Ces premiers résultats fournissent une indication positive sur les effets de notre dispositif, ils sont corrélés avec les autres
 380 données collectées (les récits de vie, tels que décrits dans la partie suivante ; les éléments du debriefing entre les participants ;
 381 l'évaluation des enseignements réalisés par les apprenants dans le cadre de l'évaluation de la formation). Cependant, le nombre
 382 de réponse n'est pas statistiquement significatif et cette approche par questionnaire est encore au stade du développement. Ainsi,
 383 l'ensemble du questionnaire a évolué pour la séquence pédagogique 2024 et sera encore probablement amené à évoluer à
 384 l'avenir. Les données générées dans les récits de vie nous apparaissent, elles, d'une bien plus grande richesse comme nous
 385 l'illustrerons dans la partie suivante.

2) Récits de vie ou d'expérience

387 Comme nous l'avons décrit dans la section II.B.2., le protocole pédagogique prévoit de faire produire aux apprenants un
 388 récit de vie, ou récit d'expérience. Ces récits sont produits dès la sortie du dispositif immersif (avant la séquence de debriefing
 389 entre participants et la synthèse pédagogique), puis à l'issue du debriefing et à nouveau « à froid », trente jours après la séquence.
 390 Tous répondent à la même logique de production : l'exercice est individuel, l'apprenant doit répondre de façon manuscrite, sur
 391 une feuille A4 blanche, à la question « comment avez-vous vécu l'exercice » (seule la question à froid est modifiée pour rappeler
 392 la date de l'exercice). Nous avons expliqué en quoi le processus même de mise en récit est partie prenante de l'enseignement.
 393 Nous allons ici décrire la valeur de ces récits en termes de données d'expérience.

394 La transcription des récits produit une matière brute totale de dix-sept mille deux cent soixante mots (pour n = 34 participants
 395 sur l'année 2023 et l'année 2024). Cette donnée qualitative, très riche, peut être interrogée pour vérifier plusieurs hypothèses
 396 pédagogiques, de conception de la séquence, des effets du dispositif, de leur intensité ; elle donne accès aux ressentis des
 397 participants, mais aussi à la construction de sens, liée à l'expérience, avant et après la séquence de debriefing. Le traitement de
 398 ces données est encore en cours, une première approche par codage, une seconde par analyse narratologique. A titre
 399 d'illustration, nous produisons ci-après quelques extraits commentés/analysés.

400 Les participants ont tous témoigné d'une atmosphère perturbante, voire oppressante, d'où se dégage un « sentiment
 401 d'urgence ». L'une des participantes résume :

« les deux ou trois dernières séquences furent très courtes, et l'ambiance sonore et visuelle était assez stressante, il m'a fallu choisir avec une certaine précipitation. J'imagine ici que l'idée était de nous déstabiliser et c'est plutôt réussi. »

405 Quoi qu'il en soit, les participants ont tous procédé à un choix lorsqu'ils y étaient invités. Pour cela, ils ont cherché à associer
 406 les formes et les sons, parfois les indicateurs également. Certains participants ont renoncé à proposer une « règle » logique
 407 qu'ils auraient pu déterminer et suivre pour justifier leurs choix. L'extrait suivant exprime clairement ce ressenti :

408 « les flashes et les bruits m'ont laissé très inquiète et j'ai donc choisi la figure géométrique et la couleur
409 avec mon intuition et la sensation que j'avais... »

410 D'autres, au contraire, ont estimé avoir trouvé une règle, un « hack », une astuce, qui leur a laissé estimer que l'exercice
411 était finalement assez « simple ». Cette catégorie de participant estime généralement avoir commis moins de deux erreurs lors
412 de la décision finale et aborde la séquence de debriefing avec une volonté de démontrer aux autres participants la valeur de la
413 logique, de l'algorithme de choix, qu'ils ont déterminé. Ainsi de ce participant :

414 « Un exercice simple qui ne demande pas de réfléchir mais de percevoir. Le début du jeu dans le sous-sol
415 avec les formes et les enveloppe est intrigant. La consigne est claire et binaire mais très libre
416 d'appréciation également. »

417 Nous avons observé que l'écran de contrôle a été délaissé par la plupart, alors qu'il était effectivement corrélé à la bande
418 sonore durant les premières minutes de la séquence. Les participants ont en outre affirmé « l'évidence » de leurs choix. Deux
419 extraits de restitution permettent d'appréhender leurs certitudes :

420 « un sentiment de peur de mal faire m'a vite envahi, surtout aux passages de remplir l'enveloppe. Une
421 certaine confusion m'a également envahie, tant concernant le but de l'exercice que le choix à effectuer,
422 qui m'est toujours apparu comme étonnement évident » (notre emphase).

423 « Après quelques hésitations je me suis décidé. Les séquences se sont enchaînées sans trop de problèmes
424 ensuite, bien que je ne sache pas trop quoi faire de l'indication sur le volume sonore » (notre emphase).

425 Enjoins de réaliser des choix à partir d'informations contradictoires, ils ont éliminé certains signes de manière systématique
426 (le son, l'image, l'écran de contrôle, ou certaines qualités des images, etc.), pour se concentrer sur d'autres. La phase initiale a
427 facilité l'immersion dans cet univers étrange et l'accélération ultérieure a introduit un élément de précipitation qui n'a cependant
428 pas remis en cause les fondements sur lesquels ils ont agi. La décision finale, basée sur une auto-évaluation, a permis aux
429 participants d'éprouver leurs certitudes. Nous constatons que la plupart ont formulé un caractère « subjectif » aux choix, et que
430 c'est la prééminence de ce critère d'évaluation qui a conduit la majorité d'entre eux à juger leurs séquences de choix comme
431 « correctes », comme l'illustre l'extrait suivant :

432 « En fin d'exercice, la demande d'auto-évaluation m'a surprise car il me semble que le choix
433 triangle/rond et le choix de la couleur sont assez subjectifs. Et j'estime à ce titre que toutes les réponses
434 pouvaient être considérées comme correctes, ce qui explique que je sois restée en fin d'exercice, malgré
435 une profonde incertitude. »

436 Soulignons ici le profond retournement de la « valeur » de vérité attribuée au critère subjectif, de la part d'étudiants rompus
437 aux raisonnements logiques de type hypothético-déductifs, tels que pratiqués dans leurs formations physico-mathématiques, et
438 faisant preuve dans leurs échanges durant le reste de l'année de Mastère spécialisé d'un positivisme assuré. Leurs réponses
439 étaient « correctes » parce qu'ils les ont ressenties comme tel, au point d'opposer leurs choix à l'évaluation « objective » dont
440 l'exercice était réputé faire l'objet. La sensibilisation des apprenants à ce point fondamental est toutefois l'objectif principal de
441 l'exercice. Enfin, les participants ont été surpris de ne pas échanger verbalement entre eux, ce qui ne leur était pas défendu
442 (aucune consigne n'avait été donnée en ce sens) mais ce qui traduit l'intériorisation de la décision. Pour autant, une
443 communication gestuelle et corporelle s'est instaurée, à travers des échanges de regards incrédules par exemple. L'une des
444 participantes explique même que :

445 « La présence des autres était rassurante. Nous avons échangé notre étonnement, nos interrogations. J'ai
446 maintenant l'impression de connaître et reconnaître ces personnes qui étaient avec moi, quelque chose
447 nous relie. »

448 Nous retrouvons là l'un des moteurs de la constitution des groupes en situation de crise, manifeste notamment dans le cas
449 des opérateurs de la centrale de Fukushima Daiichi. Cette dynamique de groupe, fondée sur le partage d'une expérience
450 incommunicable, a pour corollaire une scission entre « l'intérieur » et « l'extérieur », une forme d'impossibilité de
451 communiquer.

452 B. Discussion des premiers résultats

453 Sur la base de l'analyse des premières données d'expérience (questionnaires de positionnement, évaluation de la séquence
454 par les apprenants, récits de vie), il est possible d'établir que les principaux objectifs pédagogiques visés par notre dispositif ont
455 été atteints. Cette section propose une discussion de ces premiers résultats orientée autour de quatre questions.

456 (1) Est-ce que des connaissances sur la place des émotions, de la subjectivité et des représentations imaginaires sont utiles
457 à l'entreprise et aux la gestion de crise ? Nous répondons par l'affirmative car des crises arrivent, certaines susceptibles de
458 propulser hors de tout cadre ayant été anticipé, à la fois le système physique et les acteurs chargés de gérer l'évènement. Il faut
459 alors former ces acteurs à décider dans un environnement vidé de tout sens, absurde, ce qui commande de reconnaître et
460 d'accepter la subjectivité et la part émotionnelle de leurs décisions. Nous considérons ces aptitudes comme des composantes

461 (sinon des prérequis) de compétences créatrices susceptibles de servir à inventer des modalités de réponses inédites. En ce sens,
462 nous considérons que de telles connaissances sont des prérequis aux aptitudes essentielles à la résilience des systèmes
463 sociotechniques, en accord avec la théorie de Graceful Extensibility (Woods, 2019).

464 (2) Est-ce que de telles compétences sont actuellement manquantes ? Au meilleur de nos connaissances, encore à ce jour :
465 oui. Nous avons avancé qu'une des causes explicatives pouvait être trouvée dans l'histoire des sciences, notamment des
466 approches scientifiques de l'émotion (Damasio, 2001, 2002) et par la dominante positiviste des formations techno-scientifiques
467 qui conduit à rejeter les connaissances subjectives et les considérer irrationnelles. Il faut aussi mentionner la puissance de
468 l'imaginaire de maîtrise, à l'œuvre dans la société technicienne. Si ces compétences sont actuellement insuffisamment
469 développées et reconnues, c'est aussi qu'il convient d'élargir le paradigme des formations à la gestion de crise. Celle-ci sont
470 encore principalement orientés vers l'entraînement à l'application de procédures existantes (BEA, 2012 ; Gisquet, & Borraz,
471 2020 ; Castagnino & Fayeton, 2021).

472 (3) Est-ce que notre dispositif permet effectivement de transmettre/enseigner ces connaissances ? Si les premières
473 expérimentations ont produit des effets enthousiasmants, nous travaillons encore à l'amélioration du dispositif de mesure des
474 effets produits (questionnaires de positionnement) et à l'analyse des données qualitatives collectées (analyse narratologique des
475 récits de vie). Nous ambitionnons également de tester le dispositif pédagogique sur différents publics (formation initiale,
476 formation continue, différents profils disciplinaires, différentes spécialités, etc.). Enfin, nous pourrions concevoir d'autres
477 méthodes d'évaluation des effets de notre approche. Par exemple, en association avec une organisation tierce qui réalise des
478 exercices ou simulation de crise et en soumettant à ces exercices des participants de même profil (métier, expérience, etc.)
479 répartis en double aveugle selon un groupe ayant reçu préalablement notre formation et un autre groupe « contrôle » qui ne
480 l'aurait pas suivie.

481 (4) Est-ce que notre dispositif est nécessaire ? Le dispositif étant né du besoin d'illustrer des notions théoriques, sa
482 pérennisation et son développement demandent de confirmer qu'il n'est pas possible de réaliser l'enseignement que nous ciblons
483 autrement. Nous ambitionnons donc, une fois que nous aurons validé un dispositif de mesure des effets produits par le dispositif,
484 de réaliser des études de variabilité, avec ou sans dispositif immersif (le même contenu audiovisuel pouvant être diffusé sur un
485 unique écran de projection, voire sur un simple écran d'ordinateur), avec différentes séquences audiovisuelles voire avec
486 d'autres expériences, d'autres natures, répondant aux deux hypothèses de conception (mobiliser le corps, susciter des émotions
487 et imposer de prendre des décisions ; ébranler l'imaginaire de maîtrise). Ces questionnements nourrissent un programme de
488 recherche et de développement sur 3 à 5 ans.

489 IV. CONCLUSION

490 Les travaux du CRC de Mines Paris - PSL sur les situations extrêmes, en particulier l'accident nucléaire de Fukushima
491 Daiichi ont progressivement conduit à construire un cadre théorique hybride autour de la formation à la gestion de crise. Ce
492 cadre théorique emprunte à la philosophie, à la psychologie cognitive et sociale, à l'herméneutique et à la neurologie. Pour
493 illustrer certaines des notions et des concepts clefs de ce cadre théorique, nous avons conçu une expérimentation immersive qui
494 plonge les apprenants dans un environnement absurde, dans lequel ils font une série de choix suivie d'une décision. Cela afin
495 de montrer que tout individu fait sens de ce qu'il vit en mettant en relation les signes captés dans son environnement. L'exercice
496 vise à susciter la prise de conscience du fait que nous créons du sens dans toute situation, normale ou anormale, à partir de notre
497 subjectivation. Cette création de sens s'inscrit dans la mise en récit de soi. En retour, le récit de soi permet l'adhésion et l'auto-
498 adhésion au sens subjectivement créé. Les premiers résultats de cette expérimentation sont très encourageants et nous ont
499 conduits à identifier des axes de développement du dispositif technique, de l'ingénierie pédagogique associée ainsi que de
500 formaliser un questionnement en recherche pédagogique. Nous inscrivons ce questionnement dans une programmation
501 envisagée sur trois à cinq années et adressée par une équipe pluridisciplinaire.

502 REMERCIEMENTS

503 Les auteurs remercient l'association SIX POINT CINQ pour sa collaboration dans la création de la séquence audio-visuelle
504 et son aide dans la conduite des expérimentations. Les promotions 2022-23 et 2023-24 du MS ERC (Mines Paris – PSL). L'équipe
505 logistique du site de Sophia-Antipolis pour son aide. Edward Powley et Clémence Dallez pour leurs avis, pistes et suggestions
506 ainsi que leur participation active à l'expérimentation de 2024.

507 REFERENCES

- 508 Alexander, D. E. (2002). *Principles of emergency planning and management*. Oxford University Press.
509 BEA (2012). *Accident survenu le 1^{er} juin 2009 à l'Airbus A330-203 immatriculé F-GZCP exploité par Air France vol AF 447*
510 *Rio de Janeiro – Paris*. Rapport final. Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile.
511 Castagnino, F., & Fayeton, J. (2021). La mise en scène du pacte de sécurité, ou pourquoi les exercices de gestion de crise
512 réussissent toujours. *Revue française d'administration publique*, (2), 345-362.
513 Castoriadis Cornélius (1975). *L'institution imaginaire de la société*, Le Seuil, Collection Esprit, 497 p.
514 Damasio, A. R. (2001). *L'erreur de Descartes : la raison des émotions*. Poches Odile Jacob.
515 Damasio, A. R. (2002). *Le sentiment même de soi : Corps, émotions, conscience*. Poches Odile Jacob.
516 Damasio, A. R. (2005). *Spinoza avait raison : joie et tristesse, le cerveau des émotions*. Poches Odile Jacob.
517 Dewey, John. 1993. *Logique. La Théorie de l'enquête*. Translated by Georges Deledalle. 2nde édition française. Edition originale
518 : *Logic. The Theory of Inquiry* (1938). L'interrogation Philosophique. Paris : PUF.
519 Ellul, J. (2012). *Le système technicien*, Paris, Cherche Midi, 1^{ère} éd. 1977, 337 p.

- 520 Gisquet, E., & Borraz, O. (2020). Simulating a crisis: The construction of reality in nuclear accident exercises. *Sociologie*,
521 *11*(4), 385-398.
- 522 Goldin, Ian, and Mariathan M (2014). *The Butterfly Defect: How Globalization Creates Systemic Risks, and What to Do about It*.
523 Princeton University Press.
- 524 Guarnieri, F., & Travadel, S. (2018). *Un récit de Fukushima. Le directeur parle*. PUF.
- 525 Lemaine, J. M. (1967). *Introduction à la méthodologie*. Bulletin de psychologie, 20(262), 1398-1408.
- 526 Morin E. (1968). *Pour une sociologie de la crise*. Communications, 12, 1968. Mai 1968. La prise de la parole. pp. 2-16 .
- 527 Morin, E. (1977). *La nature de la nature* (Vol. 123). Paris : Seuil.
- 528 Morin, E. (1984). *Sociologie*. Fayard.
- 529 Morin, E. (2005). *Introduction à la pensée complexe*. Paris : Seuil. Première édition 1990 ESF Ed.
- 530 Portelli, A. (2022). *Les murs peints de Marcoule : l'imaginaire de la radioprotection au temps des pionniers du nucléaire*.
531 Revue d'histoire culturelle, n°5 [en ligne].
- 532 Portelli, A. (2023). *Le hasard et la nécessité. Le jeu de l'oie comme moyen d'éduquer au risque radioactif dans les années*
533 *soixante*. Images du travail, travail des images, n°14 [en ligne].
- 534 Ricoeur, P. (1985). *Temps et récit. Tome 3 : Le temps raconté*. Paris : Seuil.
- 535 Taleb, N. (2008). *Le cygne noir : la puissance de l'imprévisible*. Paris, Les Belles lettres, 2008, 496 p.
- 536 Woods, D. (2019). *Essentials of resilience, revisited*. Handbook on resilience of socio-technical systems, 52-65.