



**HAL**  
open science

# Troubles psychiques en milieux isolés, confinés et extrêmes : l'exemple des missions spatiales, antarctiques et sous-marines. Une revue systématique de la littérature

Alban Le Bihan

## ► To cite this version:

Alban Le Bihan. Troubles psychiques en milieux isolés, confinés et extrêmes : l'exemple des missions spatiales, antarctiques et sous-marines. Une revue systématique de la littérature. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. dumas-03831629

**HAL Id: dumas-03831629**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03831629>**

Submitted on 27 Oct 2022

**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 - NoDerivatives 4.0 International License

# THESE DE DOCTORAT EN MEDECINE

---

## DIPLOME D'ETAT

Année : 2022

Thèse présentée par :

Monsieur Alban LE BIHAN  
Né le 27.03.1993 à Brest

Thèse soutenue publiquement le 11 octobre 2022

**Troubles psychiques en milieux isolés, confinés et extrêmes :  
l'exemple des missions spatiales, antarctiques et sous-marines.  
Une revue systématique de la littérature.**

**Président** Monsieur le Professeur Michel WALTER

**Directrice** Madame le Docteur Nathalie LAVENNE-COLLOT

**Membres du jury** Monsieur le Professeur Guillaume BRONSARD

Monsieur le Docteur Jean-Pierre SIMSON



<b>DUBRANA</b> Frédéric	Chirurgie orthopédique et traumatologique
<b>FOURNIER</b> Georges	Urologie
<b>GENTRIC</b> Armelle	Gériatrie et biologie du vieillissement
<b>GILARD</b> Martine	Cardiologie
<b>KERLAN</b> Véronique	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
<b>LE MEUR</b> Yannick	Néphrologie
<b>LE NEN</b> Dominique	Chirurgie orthopédique et traumatologique
<b>LEROYER</b> Christophe	Pneumologie
<b>MANSOURATI</b> Jacques	Cardiologie
<b>MARIANOWSKI</b> Rémi	Oto-rhino-laryngologie
<b>MERVIEL</b> Philippe	Gynécologie obstétrique
<b>MISERY</b> Laurent	Dermato-vénérologie
<b>NEVEZ</b> Gilles	Parasitologie et mycologie
<b>NONENT</b> Michel	Radiologie et imagerie médicale
<b>REMY-NERIS</b> Olivier	Médecine physique et réadaptation
<b>ROBASZKIEWICZ</b> Michel	Gastroentérologie
<b>SALAUN</b> Pierre-Yves	Biophysique et médecine nucléaire
<b>SARAUX</b> Alain	Rhumatologie
<b>TIMSIT</b> Serge	Neurologie
<b>VALERI</b> Antoine	Urologie
<b>WALTER</b> Michel	Psychiatrie d'adultes

---

#### **Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers de 1<sup>ère</sup> Classe**

<b>AUBRON</b> Cécile	Réanimation
<b>BAIL</b> Jean-Pierre	Chirurgie digestive
<b>BEN SALEM</b> Douraied	Radiologie et imagerie médicale
<b>BERNARD-MARCORELLES</b> Pascale	Anatomie et cytologie pathologiques
<b>BEZON</b> Éric	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
<b>BLONDEL</b> Marc	Biologie cellulaire
<b>CARRE</b> Jean-Luc	Biochimie et biologie moléculaire
<b>COUTURAUD</b> Francis	Pneumologie
<b>DEVAUCHELLE-PENSEC</b> Valérie	Rhumatologie
<b>DUEYMES</b> Maryvonne	Immunologie
<b>GIROUX-METGES</b> Marie-Agnès	Physiologie
<b>HERY-ARNAUD</b> Geneviève	Bactériologie-virologie
<b>HU</b> Weiguo	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique
<b>HUET</b> Olivier	Anesthésiologie-réanimation
<b>L'HER</b> Erwan	Réanimation
<b>MONTIER</b> Tristan	Biologie cellulaire
<b>NOUSBAUM</b> Jean-Baptiste	Gastroentérologie
<b>PAYAN</b> Christopher	Bactériologie-virologie
<b>PRADIER</b> Olivier	Cancérologie
<b>SEIZEUR</b> Romuald	Anatomie
<b>STINDEL</b> Éric	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication

---

#### **Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers de 2<sup>ème</sup> Classe**

<b>ABGRAL</b> Ronan	Biophysique et médecine nucléaire
<b>ANSART</b> Séverine	Maladies infectieuses
<b>BROCHARD</b> Sylvain	Médecine physique et réadaptation

<b>BRONSARD</b> Guillaume	Pédopsychiatrie
<b>CORNEC</b> Divi	Rhumatologie
<b>CORNEC-LE GALL</b> Emilie	Néphrologie
<b>DE VRIES</b> Philine	Chirurgie infantile
<b>GENTRIC</b> Jean-Christophe	Radiologie et imagerie médicale
<b>IANOTTO</b> Jean-Christophe	Hématologie
<b>LE BERRE</b> Rozenn	Thérapeutique
<b>LE GAC</b> Gérald	Génétique
<b>LE MARECHAL</b> Cédric	Génétique
<b>LE ROUX</b> Pierre-Yves	Biophysique et médecine nucléaire
<b>LE VEN</b> Florent	Cardiologie
<b>LIPPERT</b> Éric	Hématologie
<b>MAGRO</b> Elsa	Neurochirurgie
<b>SCHICK</b> Ulrike	Cancérologie - Radiothérapie
<b>TALAGAS</b> Matthieu	Histologie, embryologie et cytogénétique
<b>THEREAUX</b> Jérémie	Chirurgie digestive
<b>TROADEC</b> Marie-Bérengère	Génétique
<b>UGUEN</b> Arnaud	Anatomie et cytologie pathologiques

---

#### **Maîtres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers Hors Classe**

<b>DOUET-GUILBERT</b> Nathalie	Génétique
<b>JAMIN</b> Christophe	Immunologie
<b>MOREL</b> Frédéric	Biologie et médecine du développement et de la reproduction

---

#### **Maîtres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers de 1<sup>ère</sup> Classe**

<b>BERROUIGUET</b> Sofian	Psychiatrie d'adultes
<b>BRENAUT</b> Emilie	Dermato-vénérologie
<b>GUILLOU</b> Morgane	Addictologie
<b>HILLION</b> Sophie	Immunologie
<b>LE GAL</b> Solène	Parasitologie et mycologie
<b>LODDE</b> Brice	Médecine et santé au travail
<b>MIALON</b> Philippe	Physiologie
<b>PERRIN</b> Aurore	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
<b>PLEE-GAUTIER</b> Emmanuelle	Biochimie et biologie moléculaire
<b>QUERELLOU</b> Solène	Biophysique et médecine nucléaire
<b>ROBIN</b> Philippe	Biophysique et médecine nucléaire
<b>ROUE</b> Jean-Michel	Pédiatrie
<b>SALIOU</b> Philippe	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
<b>VALLET</b> Sophie	Bactériologie-virologie

---

#### **Maîtres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers de 2<sup>ème</sup> Classe**

<b>POUGNET</b> Richard	Médecine et Santé au travail
<b>ROPARS</b> Juliette	Pédiatrie
<b>TROMEUR</b> Cécile	Pneumologie

## **Professeurs des Universités de Médecine Générale**

---

**LE FLOC'H** Bernard  
**LE RESTE** Jean-Yves

## **Maîtres de Conférences de Médecine Générale**

---

**BARAIS** Marie  
**NABBE** Patrice

## **Praticiens Hospitaliers Universitaires**

---

<b>BEAURUELLE</b> Clémence	Bactériologie virologie
<b>BAGACEAN</b> Cristina	Hématologie
<b>THUILLIER</b> Philippe	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques

## **Professeur des Universités Associé**

---

<b>LE MOIGNE</b> Emmanuelle	Médecine interne
<b>METGES</b> Jean-Philippe	Cancérologie
<b>QUERELLOU</b> Emgan	Médecine d'urgence
<b>SUPLY</b> Benoît	Médecine légale

## **Maître de Conférences des Universités Associé**

---

<b>GURIEC</b> Nathalie	Nutrition
<b>LAVENNE-COLLOT</b> Nathalie	Pédopsychiatrie

## **Professeurs des Universités Associés de Médecine Générale**

---

**BARRAINE** Pierre  
**CHIRON** Benoît

## **Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale**

---

**BEURTON-COURAUD** Lucas  
**DERRIENNIC** Jérémy  
**FONSECA** Jérôme  
**PUSZKAREK** Thibault  
**VIALA** Jeanlin

## **Professeur des Universités**

---

<b>BORDRON</b> Anne	Biologie cellulaire
---------------------	---------------------

## **Maîtres de Conférences des Universités**

---

<b>BERNARD</b> Delphine	Biochimie et biologie moléculaire
<b>DANY</b> Antoine	Epidémiologie et santé publique
<b>LE CORNEC</b> Anne-Hélène	Psychologie
<b>LANCIEN</b> Frédéric	Physiologie

<b>LE CORRE</b> Rozenn	Biologie cellulaire
<b>MIGNEN</b> Olivier	Physiologie
<b>MORIN</b> Vincent	Electronique et informatique

---

**Maîtres de Conférences des Universités Contractuels LRU**

---

<b>MESQUITA</b> Mirka	Psychologie
-----------------------	-------------

---

**Attachée Temporaire d'Enseignement et de Recherche**

---

<b>GHANEM</b> Rosy	Biochimie et biologie moléculaire
--------------------	-----------------------------------

---

**Professeurs Certifiés / Agrégés du second degré**

---

<b>MONOT</b> Alain	Français
<b>RIOU</b> Morgan	Anglais

---

**Professeurs Agrégés du Val-de-Grâce (Ministère des Armées)**

---

<b>DULOU</b> Renaud	Neurochirurgie
---------------------	----------------

---

**Maîtres de Stages Universitaires - Référents (Ministère des Armées)**

---

<b>LE COAT</b> Anne	Médecine Générale / Urgence
<b>SCELLOS</b> Olivia	Médecine Générale

## Remerciements

---

### **À Monsieur le Professeur Michel WALTER,**

Vous me faites l'honneur de présider ce jury. Je tiens à vous remercier d'avoir permis la réalisation de cette thèse. Merci de votre disponibilité, de votre bienveillance et de la richesse de vos enseignements au cours de mon internat. Soyez assuré de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

### **À Madame la Maître de Conférences Nathalie LAVENNE-COLLOT,**

Pour la confiance que tu m'as accordée et pour avoir accepté de diriger cette thèse. Je te remercie de ta disponibilité, de ton écoute rassurante et de tes conseils avisés et empreints de bienveillance durant toute l'avancée de ce travail. Ton soutien indéfectible ainsi que ton implication sont pour moi une grande source d'inspiration. Je te remercie infiniment.

### **À Monsieur le Professeur Guillaume BRONSARD,**

Vous me faites l'honneur et le plaisir de juger ce travail. Vous m'avez encadré depuis le début de l'internat. Vos enseignements, votre éloquence et vos conseils chaleureux m'ont guidé tout au long de ces années. Veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect et de mes sincères remerciements.

### **À Monsieur le Médecin en Chef Jean-Pierre SIMSON,**

Je te remercie grandement de ta disponibilité et de tes suggestions précieuses. Je te suis profondément reconnaissant d'avoir partagé ton expérience avec moi. Ton expertise m'a été d'une grande aide dans l'élaboration de ce travail. Sois assuré de mon respect, de mon amitié et de ma profonde gratitude.

---

**Un immense merci au Docteur Fabien FARGE**, médecin à Concordia. Pour cet échange téléphonique passionnant en direct de l'Antarctique, pour ton dynamisme et pour ta générosité. Il paraît que « ça fait du bien d'avoir un humain au bout du fil », sache que je suis honoré de ce privilège que tu m'as fait.

**Je remercie tout particulièrement le Docteur Adrianos GOLEMIS**, médecin des astronautes. Vous avez très gentiment accepté de partager votre expérience de médecin de l'Agence Spatiale Européenne et votre hivernage à Concordia.

**J'exprime toute ma gratitude au Docteur Jérôme SINQUIN**, médecin militaire. Ta disponibilité et la précision de tes réponses m'ont été d'une grande aide pour saisir la complexité opérationnelle, médicale et psychosociale d'une mission à bord d'un sous-marin nucléaire.

**Merci également au Docteur Sarah ROMMEL**, médecin militaire et ancien médecin en Terre Adélie et au Dôme C, pour ta gentillesse, pour la clarté de tes propos, et pour l'intérêt que tu portes à ce travail.

**Merci au Docteur Eléa GUILLON**, médecin généraliste, pour avoir partagé avec moi tes aventures à bord du Marion Dufresne – navire des Terres australes et antarctiques françaises -, et ton travail de thèse.

**Aux sous-marinières, aux hivernants polaires et aux astronautes** (Jean-Loup CHRÉTIEN et Jean-François CLERVOY) rencontrés avant ou durant ce travail de thèse et qui ont partagé leurs expériences. Vos témoignages ont suscité ma curiosité depuis ma plus tendre enfance et continuent de m'inspirer.



À **Alizée**, ma compagne et fiancée. Merci pour ton soutien infailible, pour ta présence réconfortante et pour ton amour inestimable. Tu fais de moi un meilleur homme et un meilleur médecin.

À **ma famille**, qui a toujours été là. Pour vos encouragements et votre écoute. Vous avez largement contribué à cet accomplissement.

À **mes grands-parents**, pour les souvenirs d'enfance et pour avoir toujours cru en moi.

À **mes parents**, pour l'amour que vous me portez et pour m'avoir permis d'être ce que je suis aujourd'hui. Votre présence est à mes yeux la chose qui compte le plus au monde.

À **Chrystopher**, mon petit frère et mon complice de toujours. Grandir à tes côtés a rendu mon enfance merveilleuse.

**Aux triplés**, Jonathan, Florent et Charlène. Car avoir des cousins du même âge forme la jeunesse.

À **mes amis**, pour tous ces moments partagés et ceux qui vont suivre.

**Aux équipes soignantes, aux médecins et aux patients** rencontrés, pour m'avoir appris la médecine et l'humanité.

Au judo, à la plongée, à la Bretagne !

*Ad astra per aspera*

• **Licence Creative Commons** •

**CC BY-NC-ND**

L'œuvre peut être librement utilisée, à condition de l'attribuer à l'auteur en citant son nom. Elle ne peut être modifiée, transformée ou adaptée. Elle ne peut être utilisée à des fins commerciales.

• **Copyright des photos** •

Les photos **NASA** sont libres de droits dans le cadre d'une utilisation pédagogique.  
Les autres photos ont été trouvées sur des banques d'images numériques libres de droits (Unsplash, Pixabay).

## Liste des abréviations

---

16-PF :	16-Personality Factor Test
ARED :	Advanced Resistive Exercise Device, Dispositif d'Exercice Résistif Avancé
BDI :	Beck Depression Inventory, Inventaire de la dépression de Beck
CIM :	Classification Internationale des Maladies
CO2 :	Dioxyde de carbone
COPE :	Coping Orientation to Problems Experienced Inventory
COVID-19 :	Maladie à coronavirus 2019
CUMP :	Cellule d'Urgence Médico-Psychologique
DOI :	Digital Object Identifier, identifiant numérique d'objet
DSM :	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders
DSQ 40 :	Bond Defense Style Questionnaire, Questionnaire des styles de défense de Bond
ESA :	European Space Agency, Agence Spatiale Européenne
EUE :	Extreme and Unusual Environments, environnements extrêmes et inhabituels
EVA :	Extra-Vehicular Activity, sortie extravéhiculaire
FSH :	Hormone de Stimulation Folliculaire
GHQ :	General Health Questionnaire, questionnaire général de la santé
HMS :	Her Majesty's Ship, navire de la flotte britannique
ICE :	(environnement) isolé, confiné et extrême
IES :	Échelle de l'Impact de l'Évènement
IES-R :	Échelle de l'Impact de l'Évènement Révisée
IGES :	Intervention Group Environment Scale
IMC :	Indice de Masse Corporelle
IMOI :	Input-Mediator-Outcome-Input
ISRS :	Inhibiteur Sélectif de la Recapture de la Sérotonine
ISS :	International Space Station, Station spatiale internationale
JCQ :	Job Content Questionnaire, questionnaire du contenu de l'emploi de Karasek
MAST :	Michigan Alcoholism Screening Test
MMPI :	Minnesota Multiphasic Personality Inventory
NASA :	National Aeronautics and Space Administration
OPEX :	Opération militaire extérieure
PANAS :	Positive Affectivity and Negative Affectivity Scale
PCLS :	Posttraumatic stress disorder Checklist Scale, Échelle de l'état de stress post-traumatique.
PHQ-9 :	Patient Health Questionnaire
PRISMA :	Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses
PSS :	Perceived Stress Scale, échelle de stress perçu
PTH :	Hormone parathyroïdienne
PTSS :	Post-Traumatic Symptoms Scale
REM :	Rapid Eye Movement
RESTQ :	Recovery-Stress Questionnaire, questionnaire de récupération du stress
SAI :	Style d'Attachement Sécure
SAS :	Style d'Attachement Insécure
SHC :	Subjective Health Complaints, échelle des plaintes subjectives en matière de santé
SIGH-SAD :	Structured Interview Guide for the Hamilton Depression Inventory – Seasonal Affective Disorder version
SNA :	Sous-marin Nucléaire d'Attaque
SNAP :	Schedule for Nonadaptive and Adaptive Personality
SNC :	Système Nerveux Central

SNLE : Sous-marin Nucléaire Lanceur d'Engins  
T3 : Syndrome polaire T3  
TRH : Thyrotropin-Releasing Hormone, hormone thyrotrope  
TSH : Thyroid-Stimulating Hormone, hormone thyroestimulante  
TSPT : Trouble de Stress Post-Traumatique  
USS : United States Ship. Abréviation précédant le nom des navires de guerre des États-Unis, y compris les sous-marins  
VMA : Acide 3-méthoxy-4-hydroxymandélique

# Table des matières

<b>Remerciements</b> .....	<b>7</b>
<b>Copyright</b> .....	<b>9</b>
<b>Liste des abréviations</b> .....	<b>10</b>
<b>Table des matières</b> .....	<b>12</b>
<b>Résumé – Abstract</b> .....	<b>14</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>15</b>
<b>Méthode</b> .....	<b>17</b>
<b>Résultats</b> .....	<b>19</b>
<b>Sélection des articles et conception des études de la revue</b> .....	<b>19</b>
<b>La rencontre avec un environnement isolé, confiné et extrême</b> .....	<b>21</b>
Les milieux isolés, confinés et extrêmes .....	21
<i>Généralités</i> .....	21
<i>Les missions spatiales habitées</i> .....	21
<i>L'Antarctique : de l'âge héroïque aux expéditions actuelles</i> .....	22
<i>Les sous-marins militaires</i> .....	24
Les facteurs de stress liés à l'habitabilité .....	25
Les contraintes physiologiques d'un milieu hostile .....	26
<i>Une multitude de contraintes physiologiques</i> .....	26
<i>Radiations et impacts neurobiologiques</i> .....	26
<i>Microgravité</i> .....	27
<i>Alimentation et nutrition</i> .....	27
<i>Exercice et activité physique</i> .....	28
<i>Vitamine D, hormones parathyroïdiennes et santé mentale</i> .....	29
<i>Gènes et phénotypes psychophysiques</i> .....	30
Les stressseurs psychologiques .....	31
<i>Généralités</i> .....	31
<i>Isolement et confinement</i> .....	31
<i>Privation sensorielle et monotonie</i> .....	32
<i>Privation de sommeil et fatigue</i> .....	33
<i>Manque de temps et distorsion temporelle</i> .....	34
Les facteurs psychosociaux .....	34
<i>L'importance des facteurs psychosociaux</i> .....	34
<i>Monotonie sociale</i> .....	36
<i>Manque d'intimité</i> .....	36
<i>Soutien social</i> .....	36
L'effet d'agrégation ou effet de « grappe » .....	36
<b>Enjeux cliniques individuels</b> .....	<b>37</b>
Préambule .....	37
Réactions et adaptation face aux facteurs de stress .....	37
<i>Réactions aux facteurs de stress</i> .....	37
<i>Stratégies d'adaptation et mécanismes de défense</i> .....	37
<i>Relation dépression-adaptation</i> .....	39
Caractéristiques individuelles et adaptation .....	40
<i>Styles d'attachement et réponses psycho-neuro-endocriniennes</i> .....	40
<i>Caractéristiques sociodémographiques et motivation</i> .....	41
<i>Traits de personnalité favorables et défavorables</i> .....	41
Les symptômes diffus et aspécifiques .....	43
<i>Épidémiologie et typologie</i> .....	43
<i>Affects négatifs</i> .....	47
<i>Troubles des fonctions perceptuelles</i> .....	49
<i>Troubles des fonctions instinctuelles</i> .....	49
<i>Consommation de substances</i> .....	50
<i>Inertie intellectuelle et altération cognitive</i> .....	51
<i>Symptômes psychosomatiques</i> .....	51
<i>Troubles psychotiques</i> .....	52
Syndromes psychologiques et psychiatriques induits .....	52
<i>Généralités</i> .....	52
<i>Syndrome d'asthénisation psychique</i> .....	53
<i>Le winter-over syndrome (syndrome mental d'hivernage) ou phénomène du troisième quart</i> .....	54
<i>Syndrome polaire T3</i> .....	55
<i>Trouble affectif saisonnier et trouble affectif saisonnier sous-syndromique</i> .....	56
<i>Syndrome J-40 et channel fever (« fièvre des canaux »)</i> .....	57
Les syndromes psychotraumatiques .....	58
<i>Introduction</i> .....	58
<i>Étude norvégienne</i> .....	58
<i>Études américaines</i> .....	59

<i>Études françaises</i> .....	60
<i>Conclusion</i> .....	61
Changements des états de conscience.....	62
<b>Enjeux psychosociaux.....</b>	<b>64</b>
Généralités.....	64
Enjeux interpersonnels.....	64
<i>Introduction</i> .....	64
<i>Processus de formation des groupes</i> .....	64
<i>Diminution de la cohésion et évitement</i> .....	65
<i>Soutien social</i> .....	65
<i>Tensions et conflits</i> .....	66
<i>Phénomène de « boucs émissaires »</i> .....	67
<i>Interactions avec les autorités extérieures</i> .....	67
Enjeux organisationnels.....	68
<i>Concept de microculture</i> .....	68
<i>Cultures professionnelles</i> .....	69
<i>Styles de leadership</i> .....	69
<i>Durée de l'exposition à l'environnement</i> .....	70
<i>Planification des tâches et autonomie de l'équipage</i> .....	70
<i>Compatibilité des équipages</i> .....	70
<i>Optimisations organisationnelles pour améliorer l'adaptation</i> .....	71
Questions de genres et de sexes.....	71
Enjeux culturels.....	73
<i>Différences culturelles</i> .....	73
<i>Valeurs culturelles</i> .....	74
<i>Compétences en langues étrangères</i> .....	74
<i>Personnalité</i> .....	74
<i>Bien-être subjectif</i> .....	75
<i>Expressivité émotionnelle</i> .....	75
<i>Normes d'intimité et d'espace personnel</i> .....	75
<i>Normes de genres</i> .....	75
<i>Relations personnelles avec les collègues</i> .....	75
<i>Effets des différences culturelles sur la santé mentale pendant les missions spatiales</i> .....	76
Le contrôle par le compromis.....	76
<b>Prévention et perspectives : améliorer l'adaptation humaine aux environnements ICE.....</b>	<b>78</b>
Sélection et formation.....	78
Contre-mesures.....	80
<i>Promotion du bien-être</i> .....	80
<i>Habitabilité</i> .....	80
<i>Stimulation sensorielle</i> .....	80
<i>Soutien psychologique</i> .....	81
<i>Pharmacologie</i> .....	81
<i>Interventions psychiatriques</i> .....	82
Apport de la psychologie positive.....	83
<i>Effets positifs</i> .....	83
<i>Résilience</i> .....	84
<i>Salutogenèse et croissance post-retour</i> .....	85
Défis et perspectives.....	86
<i>Apport de la recherche en milieux ICE aux phénomènes sociétaux</i> .....	86
<i>Développement de modèles prédictifs</i> .....	87
<i>Une nécessaire approche multidisciplinaire</i> .....	88
<i>Défis liés au facteur humain</i> .....	89
<b><i>Discussion</i>.....</b>	<b>91</b>
<b><i>Conclusion</i>.....</b>	<b>94</b>
<b><i>Bibliographie</i>.....</b>	<b>95</b>
<b><i>Table des figures</i>.....</b>	<b>98</b>
<b><i>Table des annexes</i>.....</b>	<b>99</b>
<b><i>Annexe 1. Tableau d'extraction des données</i>.....</b>	<b>100</b>
<b><i>Annexe 2. Diagramme de flux</i>.....</b>	<b>112</b>
<b><i>Annexe 3. Critères PRISMA – PRISMA 2020 Checklist</i>.....</b>	<b>113</b>
<b><i>Serment d'Hippocrate</i>.....</b>	<b>116</b>

## Résumé – Abstract

---

### **Troubles psychiques en milieux isolés, confinés et extrêmes : l'exemple des missions spatiales, antarctiques et sous-marines. Une revue systématique de la littérature.**

#### **• Résumé •**

Après avoir décrit les différents types de facteurs de stress présents lors des missions spatiales, antarctiques et sous-marines, cette revue explore les troubles psychiques et les problèmes psychosociaux rencontrés dans ces milieux isolés, confinés, extrêmes et inhabituels.

Elle passe en revue l'évolution des connaissances d'un point de vue chronologique, les points de comparaison de tels environnements, ainsi que leurs différences. Les troubles psychiques peuvent être diffus et aspécifiques, ou bien constituer de véritables syndromes. Bien qu'ils soient relativement peu fréquents, ils peuvent impacter la sécurité de l'équipage et le succès de la mission.

L'auteur présente une revue systématique de la littérature, incluant 44 articles, permettant de saisir les enjeux psychiques individuels et groupaux au sein de ces environnements. Il insiste sur les notions d'adaptation et d'interaction sociale. En effet, les problèmes psychosociaux peuvent favoriser l'émergence de troubles psychiques et inversement.

Il conclut en exposant les effets positifs en matière de santé mentale et les défis liés aux missions futures. Enfin, cette revue ouvre la discussion en comparant ces milieux ICE à d'autres situations proches, mais non similaires, telles que les confinements sanitaires liés à la pandémie de COVID-19.

**Mots-clés :** troubles psychiatriques, troubles psychologiques, milieux isolés, confinés, extrêmes, inhabituels, antarctique, espace, sous-marin.

### **Mental disorders in isolated and confined extreme environments : space, antarctic and submarine missions. A systematic review.**

#### **• Abstract •**

After describing the various types of stressors encountered during space, antarctic and submarine missions, this review explores psychological disorders and psychosocial issues experienced in these isolated, confined, extreme and unusual environments.

It reviews the evolution of knowledge chronologically, points of comparison of these environments, and differences between them. Mental disorders may be diffuse and unspecific, or constitute genuine syndromes. While they are relatively rare, they can affect crew safety and mission success.

The author provides a systematic review, including 44 articles, in order to understand individual and psychic group issues within these environments. He focuses on notions of coping and social interaction. Indeed, psychosocial issues contribute to the appearance of mental disorders, and vice-versa.

He concludes by highlighting the positive effects on mental health and the challenges of future missions. Lastly, this review opens up a discussion by comparing these ICE environments to other situations, such as COVID-19 lockdowns.

**Keywords :** psychiatric disorders, psychological disorders, isolated, confined, extreme, unusual environments, antarctic, space, submarine.

## Introduction

---

Cinquante ans après le dernier vol d'Apollo, c'est au tour du programme Artemis de la NASA de prendre la relève. L'agence spatiale américaine prévoit le retour de l'Homme sur le sol lunaire dans les prochaines années et l'exploration de la planète Mars par des astronautes dans les décennies à venir. Ces missions nécessiteront d'affronter de nouveaux défis techniques et humains. Bien plus longues, elles exigeront une compréhension parfaite des contraintes liées au facteur humain.

Dès le milieu du XX<sup>e</sup> siècle, les avancées technologiques ont rendu possible l'accès aux milieux spatial, sous-marin et antarctique. En 1954, les États-Unis ont mis à l'eau le premier sous-marin propulsé par l'énergie nucléaire. En 1957, l'URSS a lancé le premier satellite Spoutnik 1. Enfin, l'année géophysique internationale 1957-1958 a marqué la sacralisation de l'occupation permanente des bases polaires. C'est durant cette décennie que ces trois environnements ont été qualifiés d'analogues et qu'il a été possible d'imaginer l'avenir des vols spatiaux.

En 1992, Rivolier a assis l'analogie entre ces trois environnements au regard de quatre caractéristiques communes que sont l'isolement, le confinement, l'aspect extrême et l'aspect inhabituel [1]. Ces caractéristiques sont plus ou moins présentes en fonction du milieu.

L'isolement est un concept de psychologie sociale. Pour Rivolier, être isolé signifie « être amené à vivre sans contact direct avec le monde habituel ». Le monde habituel est habité par la famille, les amis, les voisins, et les autres individus [1]. Tandis que les sous-marinières sont presque totalement isolés de leurs proches et du flux d'actualité, les hivernants polaires et les astronautes peuvent régulièrement échanger avec leur entourage et s'informer.

La deuxième similitude est le confinement. Il s'agit d'une notion physique et architecturale définie par le volume habitable acceptable pour un être humain en fonction de la durée du confinement [2]. Pour Suedfeld, bien que le confinement ne soit pas véritablement contraint dans ces milieux, l'environnement est si dangereux que sortir de l'abri peut être léthal [3]. Les milieux spatiaux et sous-marins sont particulièrement confinés du fait des contraintes environnementales qui cantonnent leurs occupants dans leur habitacle. Les hivernants peuvent, quant à eux, sortir hors de l'abri avec un équipement. Ils sont relativement moins confinés.

La troisième caractéristique est l'aspect extrême. Les environnements extrêmes sont définis, par Suedfeld, comme des milieux :

- « Où la survie est impossible sans une technologie avancée, qui sont excessivement dangereux, et qui sont habités uniquement à des fins expérimentales ou d'exploration » [4]. Cela s'applique à l'espace et à l'environnement sous-marin.
- « Où la survie demande des équipements ou des technologies adaptées qui peuvent offrir un habitat naturel pour des petits groupes d'individus » [4]. C'est le cas de l'Antarctique.
- « Ayant connu une destruction totale de ses caractéristiques classiques impliquant un danger majeur (par exemple, un environnement familial détruit par un tremblement de terre, un ouragan ou des combats) » [4].

Enfin, l'aspect inhabituel est une notion qui renvoie à la relation culturelle des individus à l'égard de leur environnement. L'adaptation humaine dans un milieu inhabituel est alors possible au terme d'une période d'acclimatation psychologique et physiologique sans mettre en jeu la survie [5].

Si d'autres situations partagent des caractéristiques proches – comme les confinements sanitaires de la maladie à coronavirus (COVID-19) - [5] [6], l'espace, l'Antarctique et le milieu sous-marin sont classiquement regroupés sous le terme d'environnements ICE (*isolated, confined and extreme*) et EUE (*extreme and unusual environments*).



Être exposé à ces environnements engendre un stress tel que défini par Hans Selye. Pour lui, le stress correspond à « toute réponse de l'organisme consécutive à toute demande ou sollicitation exercée sur cet organisme » [7]. Il précise dans son modèle du « syndrome général d'adaptation » que l'organisme répond aux agressions de manière dynamique selon trois phases (la réaction d'alarme, la phase de résistance et la phase d'épuisement) [8]. Ainsi, le stress est en même temps la cause et l'effet d'un processus biologique, qui est au service de l'action, voire de la survie de l'individu.

Dans l'espace, en Antarctique ou dans les sous-marins militaires, des femmes et des hommes expérimentent l'isolement, le confinement et l'hostilité de ces milieux extrêmes. Ils sont soumis à de fortes contraintes et doivent s'adapter pour survivre. Leurs expériences apportent de précieuses informations quant à l'impact psychologique et psychiatrique de tels environnements.

Après une brève description de ces environnements isolés, confinés, extrêmes et inhabituels, cette revue systématique se donnera pour objectif d'analyser les facteurs de stress, les impacts psychiques et psychosociaux positifs et négatifs, ainsi que les contre-mesures et les perspectives inhérents à ces milieux.

Cette revue a été réalisée à partir de références citées dans 6 bases de données médicales, psychologiques et de la NASA.

Les termes « psych\* disorder », « psychological disorder », « psychiatric disorder », « spaceflight », « submarine », « antarctic » et « isolated confined environments » ont permis d'obtenir 480 références. 44 articles scientifiques ont été retenus dans la conception de cette revue.

Afin de cerner au mieux les enjeux psychologiques, les articles devaient évoquer des troubles psychiatriques ou psychologiques chez les astronautes, hivernants ou sous-mariniens en milieu écologique non simulé.

## Méthode

---

Pour répondre à notre objectif, nous avons réalisé une revue systématique de la littérature selon les critères *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) de 2020 [9]. Nous avons utilisé six bases de données référençant des sources médicales, psychologiques et de la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) parmi lesquelles :

- PubMed
- Scopus
- ScienceDirect
- PsycInfo
- PubSpace
- PubPsych

Pour conserver l'angle large que pose notre question de recherche, les termes « psych\* disorder », « psychological disorder », « psychiatric disorder », « spaceflight », « submarine », « antarctic » et « isolated confined environments » ont été utilisés. Les équations de recherche étaient les suivantes :

- (psych\* disorder) AND (spaceflight [Title/Abstract] OR submarine [Title/Abstract] OR antarctic [Title/Abstract] OR isolated confined environments [Title/Abstract]) sur PubMed.
- TITLE-ABS-KEY ((psych\* AND disorder) AND (spaceflight OR antarctic OR submarine)) sur Scopus.
- (Psychological disorder OR psychiatric disorder) AND (spaceflight or antarctic or submarine) sur ScienceDirect.
- Psych\* disorder AND (spaceflight OR antarctic OR submarine) sur PsycInfo.
- ((Psychological disorder OR psychiatric disorder) AND (spaceflight or antarctic or submarine)) AND "nasa funded"[Filter] sur PubSpace.
- (psych\* disorder) AND (spaceflight OR submarine OR antarctic) sur PubPsych.

La recherche a été menée par l'auteur sans limite de date antérieure et jusqu'au 16 mars 2022. Il pouvait s'agir d'articles rédigés en anglais ou en français. Les articles ont été exportés dans le logiciel de gestion des références ZOTERO, qui a mis en évidence les doublons. Ces derniers ont ensuite été supprimés manuellement.

Les articles à inclure devaient comprendre comme critères d'inclusion :

- Population en mission sous-marine militaire, spatiale ou antarctique.
- Troubles psychiques évoqués.

Les critères d'exclusion étaient les suivants :

- Étude sur les animaux, les plantes, les cellules ou les micro-organismes.
- Étude portant sur l'état de santé avant la mission.
- Simulation.
- Étude interventionnelle.
- Étude abordant uniquement un aspect pharmacologique.

- Étude abordant uniquement un sujet somatique.
- Absence d'abstract ou d'article disponible.
- Études hors-sujet (notamment études climatiques, d'ingénierie, de design, sur les matériaux, de tourisme).
- Réflexion éthique.
- Références autres qu'articles scientifiques (livre, communication).
- Études portant uniquement sur le sommeil, la vigilance, le stress adapté ou les performances cognitives.

L'ensemble des titres et abstracts ont été lus afin de ne conserver que les articles qui faisaient état de troubles psychiatriques ou psychologiques en milieu sous-marin, antarctique, et spatial et n'étant pas des simulations. Les articles devaient relier les troubles psychiques aux caractéristiques de l'environnement.

Les publications sélectionnées ont été analysées. Les données suivantes ont été extraites :

- Auteur et année de recherche.
- Pays ou lieu où a été menée la recherche.
- Type d'étude.
- Population concernée par l'étude.
- Méthodologie.
- Objectif de l'étude.
- Résultats en lien avec notre problématique.
- Limites des références.

### **Sélection des articles et conception des études de la revue**

Un total de 480 références a été obtenu à partir de 6 bases de données : 107 avec PubMed, 94 avec Scopus, 26 avec ScienceDirect, 133 avec PsycInfo, 107 avec PubSpace, 13 avec PubPsych.

94 doublons ont été repérés et 12 références n'étaient ni en français ni en anglais. Ils ont été éliminés.

À ce stade, la lecture des titres et des résumés des 374 références a permis d'en exclure 320.

Après lecture complète de 54 articles, 10 articles ont été exclus (4 étaient non disponibles ou ne possédaient pas de DOI, 2 avaient une population non-cible, 3 manquaient de données exploitables, 1 présentait des troubles secondaires à des pathologies somatiques ou iatrogènes non spécifiques du milieu).

Sur les 44 articles inclus dans cette revue, 19 portaient spécifiquement sur les hivernages en Antarctique, 10 sur les missions habitées spatiales, 11 sur les missions sous-marines militaires et 4 études portaient sur les environnements isolés, confinés et extrêmes en général. 16 d'entre eux étaient des revues narratives, l'une d'elles était une revue systématique, 9 étaient des études descriptives transversales, 14 étaient des études descriptives longitudinales et 4 étaient des études observationnelles cas-témoins. Ces articles sont répertoriés dans l'annexe 1. Le diagramme de flux se trouve ci-dessous (cf. figure 1).

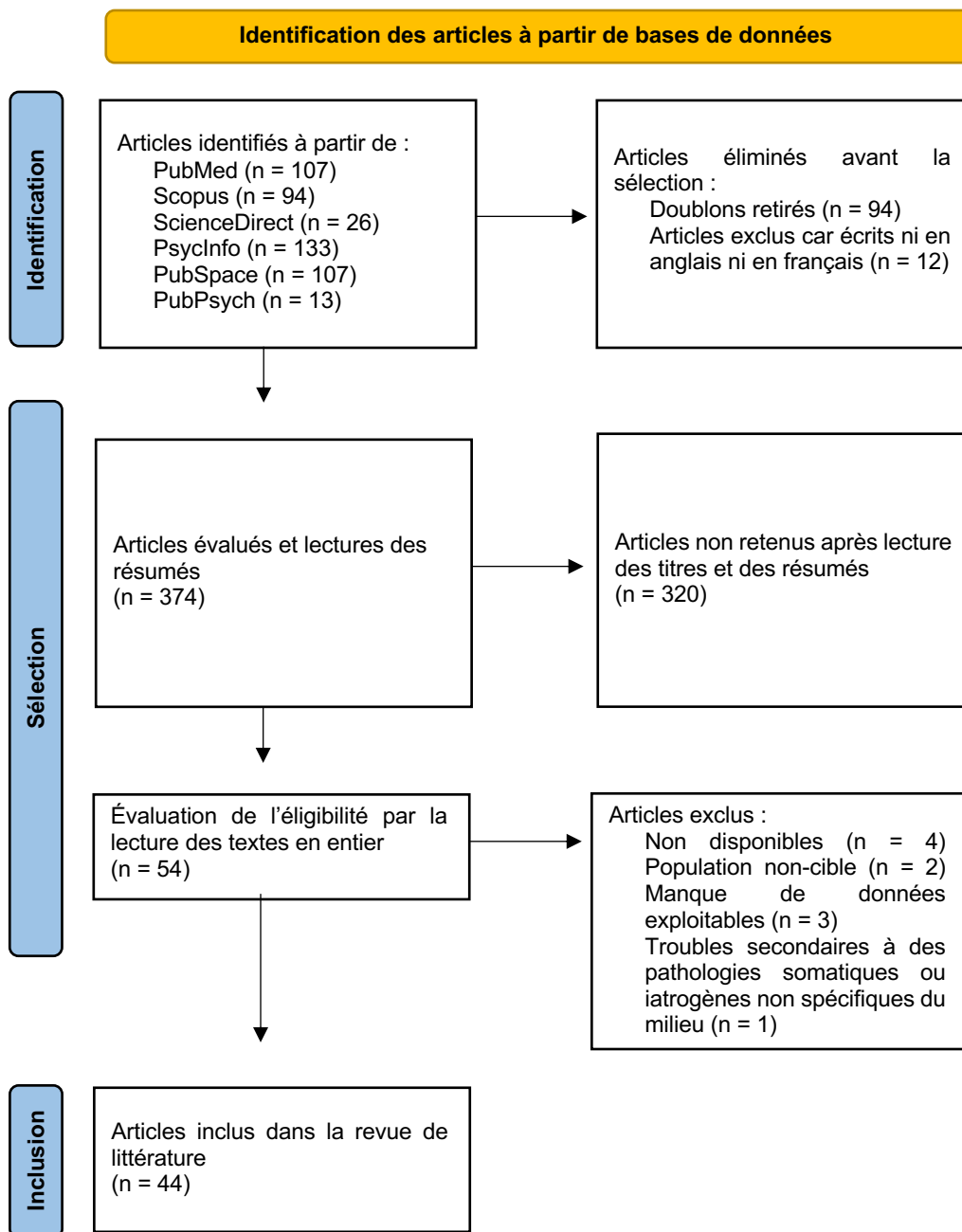


Figure 1 : Diagramme de flux PRISMA pour la recherche bibliographique [9].

# **La rencontre avec un environnement isolé, confiné et extrême**

## **Les milieux isolés, confinés et extrêmes**

### Généralités

L'espace, l'Antarctique et le milieu sous-marin sont des environnements naturels inhabituels et anormaux. Ils partagent des caractéristiques communes et sont connus sous le nom d'environnements ICE. Des auteurs ont étudié onze systèmes sociaux qu'ils ont comparés aux vols spatiaux de longue durée. Ils ont comparé 56 caractéristiques de missions spatiales à ces onze systèmes. Les missions d'exploration en Antarctique et le milieu sous-marin affichaient les scores de similitude les plus élevés [10]. Un environnement anormal est un milieu dans lequel l'être humain ne s'adapte pas de manière optimale, mais dans lequel il est possible pour lui de développer des stratégies d'adaptation [11].

L'adaptation est considérée comme un processus de négociation menant à un compromis entre les besoins individuels et ceux du groupe [12]. Pour Lazarus et Folkman, l'adaptation est un répertoire de stratégies cognitives et comportementales pour gérer le stress. Ces stratégies peuvent être axées sur les problèmes ou axées sur les émotions [13].

Les stations de recherche polaires, les véhicules spatiaux et les sous-marins sont des environnements anormaux caractérisés par des stimuli environnementaux plus ou moins intenses et un manque réel ou perçu du contrôle de la situation. Ces stimuli peuvent avoir un impact dysfonctionnel sur la personnalité ou l'intégrité psychique de l'individu [11]. L'équipage peut faire face à l'isolement, au confinement et à la séparation prolongée avec leur famille et leurs amis. De plus, les facteurs humains dictent le succès ou l'échec de la mission [14]. Ce chapitre passera en revue les facteurs susceptibles d'influer sur la santé mentale des astronautes, des hivernants en Antarctique et des sous-mariniers.

### Les missions spatiales habitées

Un demi-siècle après les premiers pas de l'homme sur la Lune, une nouvelle ère de l'exploration se prépare. Après l'avènement des stations spatiales américaines et russes lors de la guerre froide, puis l'épopée des navettes spatiales américaines, le déploiement de la station spatiale internationale a permis aux pays de se rapprocher et de coopérer. Les missions à venir viseront à regagner la Lune et à explorer Mars.

Une mission vers Mars pourrait durer 1100 jours. Le développement de troubles cognitifs, comportementaux ou psychiatriques au cours des missions vers la planète rouge est considéré comme un facteur de risque critique et absolu [15].

L'espace est un environnement naturellement hostile, caractérisé par des niveaux de gravité réduits (microgravité, communément appelée impesanteur) et divers facteurs de stress environnementaux (par exemple, l'hypercapnie), opérationnels et psychologiques (comme la quasi-absence de séparation entre les horaires de repos et de travail, l'isolement social et le confinement) [15].

Les astronautes en mission de longue durée doivent supporter la séparation de leur famille et de leurs amis, la communication limitée avec la Terre du fait des distorsions de signaux audio et visuels, et l'incapacité à détecter des signaux non-verbaux pourtant importants pour la communication et l'interaction. Les missions s'étendent de plus en plus loin et les équipages pourront rencontrer des retards de communication. Une mission vers Mars pourrait entraîner des délais atteignant vingt minutes à destination et en provenance de la Terre [16]. Ce phénomène, inhérent à la distance entre la Terre et Mars, pourrait isoler les astronautes davantage.

Vivre dans un environnement ayant comme caractéristiques la microgravité, l'exposition à de fortes doses de rayonnements, les potentielles collisions avec des micrométéorites, des débris spatiaux ou des véhicules de ravitaillement, les risques d'incendies, de fuites de gaz toxiques, de dépressurisations, et autres dangers peut être stressant [16].

D'autres facteurs de stress rencontrés sont les périodes d'extrême activité alternant avec la monotonie et les tensions interpersonnelles. Une revue de rapports de vols spatiaux a identifié neuf principaux problèmes psychologiques et sept problèmes interpersonnels. Les rapports étaient ceux de missions de courte durée (capsules Gemini, Apollo et la navette spatiale pour les Américains (cf. figure 2), et la capsule Soyouz pour les Russes) et de vols relativement longs (station spatiale Skylab de 1973 à 1974 impliquant des équipages de trois hommes vivant dans l'espace pendant des périodes allant jusqu'à 84 jours pour les Américains et station Saliout de 1971 à 1986, où les équipages étaient confinés durant des périodes allant jusqu'à 237 jours pour les Russes) [17]. Ces problèmes psychologiques et interpersonnels seront étudiés dans cette revue.



Figure 2 : Pont intermédiaire de la navette américaine Atlantis, utilisé comme dortoir.

© NASA

### L'Antarctique : de l'âge héroïque aux expéditions actuelles

L'histoire de l'exploration polaire antarctique débute à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et comporte de nombreux récits d'héroïsme, de bravoure, d'abnégation et de conquête. Elle contient également bon nombre de difficultés, de souffrances, de maladies et de morts. Bien que les explorations polaires aient toujours été une activité à but économique, patriotique, de découverte scientifique, ou de renommée et de reconnaissance individuelle, elles sont désormais beaucoup plus sûres et plus courantes qu'auparavant [18].

À part des rapports anecdotiques sur la « folie polaire » et la « fièvre de la cabine » lors de l'âge héroïque (depuis la déclaration du sixième Congrès géographique international en 1895, visant à entreprendre l'exploration des régions antarctiques, jusqu'à la mort de Sir Ernest Shackleton en 1922), on savait peu de choses sur les exigences psychologiques de l'Antarctique. C'est avec l'avènement des stations de recherche que ces exigences ont été étudiées. Les expéditions polaires actuelles sont de trois types : les

treks, les camps d'été de deux semaines à trois mois et les hivernages dans les stations de recherche [18].

En 2008, 20 pays exploitaient 47 stations antarctiques - actuellement 28 pays exploitent 70 stations -. La population de ces stations, pendant les mois d'été (d'octobre à février), varie de 14 à 1100 hommes et femmes, et de 10 à 250 durant les mois d'hiver (de mars à septembre). La plupart de ces résidents sont âgés de 18 à 60 ans. Dans l'Arctique, des stations comparables existent et sont exploitées par les pays qui bordent le nord circumpolaire (États-Unis, Russie, Canada, Islande, Norvège et Suède) [18].

Au pôle Sud, l'hiver dure 7 mois et débute en mars [19]. Le soleil se couche le 21 mars et ne se lève pas avant le 21 septembre [20]. Les orages sont alors plus violents. Si les bases sont chaudes et confortables, les tâches sont difficiles. Il s'agit par exemple, de collecter des blocs de glace pour assurer la réserve d'eau, nourrir les chiens et déplacer les fûts de carburant quelle que soit la météo. La phase estivale commence fin octobre. C'est à ce moment que les stations accueillent de nouvelles personnes, parmi lesquelles des scientifiques [19].

Les stations antarctiques comprennent généralement - entre autres - une cuisine, des salles de loisirs, des salles de sport, des installations médicales, un débarras, des ateliers, des installations de communication et des laboratoires scientifiques [21]. L'éclairage artificiel, le chauffage central, les véhicules motorisés, les machines automatisées et de meilleures installations de communication ont complètement changé les conditions de vie des résidents polaires en Antarctique [22].

La station est complètement isolée du monde extérieur, et dans les années 1950, les communications ne pouvaient se faire, de février à novembre, que par voie radiophonique. Les groupes sont confrontés à des dangers, une activité restreinte et de longues périodes de monotonie [23]. Le sentiment d'isolement en hiver a été considérablement réduit grâce à l'accès à internet, aux informations et à la télédiffusion par satellite [22]. Si les communications avec la famille sont maintenant possibles, le temps peut être limité. Pour les communications avec leur organisation, le temps n'est pas limité, bien que le consentement du chef de station soit nécessaire [24].

Les groupes d'individus dans les stations antarctiques sont habituellement composés d'une grande variété de spécialistes professionnels et scientifiques [25]. Les participants à ces expéditions sont généralement des chercheurs dans des disciplines telles que la biologie marine, l'astronomie, la physique de la haute atmosphère, la météorologie, la sismologie, la géologie et la glaciologie [18]. Même les plus petites stations ont des médecins, des spécialistes en radiocommunication, en électronique ou en réparation, des opérateurs d'engins et des cuisiniers. À l'exception des spécialistes radio et des météorologues, un seul spécialiste de chaque profession est habituellement présent. Chaque membre a une tâche particulière qui apporte une contribution unique à la mission. Les membres doivent également s'acquitter de tâches qui ne relèvent pas de leur spécialité professionnelle, comme les tâches ménagères [25].

En raison de la diversité des professions, les milieux sociaux et éducatifs des membres du groupe varient considérablement, et les différences psychologiques tendent à être associées à ces différences de milieux culturels. Ainsi, les cuisiniers, les mécaniciens et les opérateurs d'équipements de la Marine diffèrent des scientifiques et des officiers. Dans ces petits groupes fermés, certaines différences peuvent avoir des effets néfastes sur la communication, le travail en équipe et l'accomplissement de tâches [25].

Les scientifiques passent la majeure partie de leur temps à l'intérieur, surtout en hiver, et ne sortent généralement que pour leurs tâches respectives (quelques minutes à 2 heures par jour), tandis que le personnel logistique est à l'extérieur entre 3 heures à 6 heures par jour. Des divertissements sont disponibles à l'intérieur (vidéos, livres, musiques). Les repas, le travail (à l'exception du travail logistique), les loisirs et le sommeil sont organisés au gré de chaque membre. Cependant, des horaires ont été fixés pour les membres affectés à des tâches de quart (vérification du fonctionnement des systèmes, veille incendie) et à des tâches ménagères [24]. Lors des repas, certaines stations forment des hiérarchies sociales rigides tandis que d'autres ont une structure plus informelle [21]. Les hivernants



bénéficient actuellement des commodités de la vie moderne, y compris un abri chaud, de la bonne nourriture, des activités de loisirs et des moyens de communication avec le monde extérieur [18].

### Les sous-marins militaires

Les sous-marins actuels sont de deux types : les sous-marins nucléaires d'attaque (SNA) et les sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE). Ces sous-marins peuvent s'immerger sous les océans. La profondeur maximale de leur immersion est classée secret-défense. Les SNA assurent la protection d'une force aéronavale et traquent les autres sous-marins. Les SNLE assurent une dissuasion nucléaire permanente afin de protéger les intérêts vitaux d'une nation.

Les sous-marins sont constitués de groupes d'élites qui satisfont à des normes physiques et mentales rigoureuses. Lors des missions britanniques et américaines Polaris (1968-1993), les sous-marins emportaient 16 missiles balistiques nucléaires. Ils étaient composés de deux équipages de 12 à 15 officiers et 100 à 130 hommes. Les sous-marinières bénéficiaient de congés post-patrouille puis, avaient à nouveau une formation de 6 semaines avant la mission suivante. 35 % à 40 % des postulants étaient éliminés pour raisons médicales et la majorité pour raisons psychiatriques ou du fait d'une instabilité émotionnelle, d'une immaturité ou de difficulté à gérer la pression. La formation spécialisée durait de 8 semaines pour les enrôlés à 6 mois pour les officiers. Les sous-marinières touchent une rémunération supplémentaire. Tous les sous-marinières sont volontaires, mais tous ne sont pas motivés au même niveau [26].

À bord d'un sous-marin comme le SNLE Le Triomphant, les locaux de vie sont plus grands et il y a une salle de sport. Le commandant a l'autorité sur les 100 membres d'équipage et prend les décisions les plus importantes. Pour des raisons de discrétion, aucune communication n'est émise sauf si un problème grave survient. Les familles peuvent envoyer des familigrammes qui sont des messages hebdomadaires de 40 mots. Ceux-ci sont lus par le commandant en second avant leur délivrance. Ils sont en général peu informatifs puisqu'ils font état de nouvelles sans gravité, souvent liées à l'actualité sportive [27]. Dans certains sous-marins, il existe un comité de loisirs, des soirées casino tous les samedis soir et certains membres remontent le moral de l'équipage par des plaisanteries. La nourriture est le sujet de conversation favori. Les repas sont des événements sociaux qui se tiennent dans le carré des officiers ou dans le mess des équipages. Des jeux de cartes sont fréquents. L'inactivité ne semble pas être stressante, mais le fait de recevoir des messages sans pouvoir en émettre peut l'être. L'intérêt sexuel se manifeste dans les conversations et par l'exposition de photos de pin-up [26].

Le rythme d'une patrouille est soutenu et marqué par différentes phases nécessitant une adaptation physique et psychique. La première phase est celle de l'entraînement. Le cycle débute un mois avant le retour de la précédente mission avec des entraînements sur simulateur. C'est la phase de remise en forme. L'appareillage commence par deux jours à une semaine d'exercices en plongée. Le début de patrouille peut s'avérer routinier. Il est rythmé par les repas, les exercices incendies, de voies d'eau, de tirs de missiles et les missions de distraction. À la mi-patrouille, une fête avec des spectacles provoque l'euphorie du groupe. Il s'agit de « la cabane ». L'après-cabane est délicate. Cette phase a lieu après un mois et demi de patrouille. La fatigue s'accumule et les membres prennent conscience que le retour est lointain. Une dizaine de jours avant le retour, une excitation se fait ressentir, les membres s'inquiètent de la date de retour sur terre et des rumeurs surgissent. Le pacha (le commandant) est l'un des seuls à connaître la date de fin de mission. Le vécu des sous-marinières dépend aussi du vécu des proches. Les familles ont appris à gérer les problèmes de façon autonome. Les familles des autres sous-marinières sont toutefois mises à contribution et l'institution peut mettre en place une cellule de soutien aux familles [27].

Quitter sa famille pour une période de remise en forme peut être stressant. Les sous-marinières profondément impliqués dans leur travail peuvent négliger leur sommeil. Au cours de la patrouille, les

membres assurent deux à trois quarts de plusieurs heures par jour (cf. figure 3) et s'occupent en comptant les jours. Ils travaillent habituellement avec les membres de leur division (6 à 18 hommes), ce qui garantit une forme de compréhension mutuelle et de socialisation. Les entraînements génèrent de l'exercice mental et une capacité d'anticipation qui favorisent la préparation et un sentiment d'appartenance [26].

	8 – 12 h	12 – 15 h	15 - 18 h	18 – 20 h	20 – 24 h	0 - 4 h	4 - 8 h
Jour 1	1 <sup>er</sup> tiers	2 <sup>e</sup> tiers	3 <sup>e</sup> tiers	1 <sup>er</sup> tiers	2 <sup>e</sup> tiers	3 <sup>e</sup> tiers	1 <sup>er</sup> tiers
Jour 2	2 <sup>e</sup> tiers	3 <sup>e</sup> tiers	1 <sup>er</sup> tiers	2 <sup>e</sup> tiers	3 <sup>e</sup> tiers	1 <sup>er</sup> tiers	2 <sup>e</sup> tiers
Jour 3	3 <sup>e</sup> tiers	1 <sup>er</sup> tiers	2 <sup>e</sup> tiers	3 <sup>e</sup> tiers	1 <sup>er</sup> tiers	2 <sup>e</sup> tiers	3 <sup>e</sup> tiers

Figure 3 : Horaires du quart par tiers chez les sous-mariniens français [27].

### Les facteurs de stress liés à l'habitabilité

Dans l'espace, quatre types de facteurs de stress sont retrouvés : ceux liés à l'habitabilité, physiologiques, psychologiques et interpersonnels. Les facteurs liés à l'habitabilité des milieux spatiaux comprennent la température, l'éclairage, le bruit ambiant, la qualité de l'air et les vibrations [28].

Actuellement, l'espace habitable de la Station Spatiale Internationale (ISS) est équivalent à celui d'une maison de 6 chambres, d'environ 388 mètres cubes. Cet espace exigu accueille généralement 6 astronautes (parfois 11) et est en permanence occupé. L'environnement est très structuré pour permettre aux astronautes de s'adapter à cet espace limité. Les astronautes de nombreux pays se rendent dans l'ISS pour mener des expériences, entretenir la station et préparer des sorties dans l'espace (*Extra-Vehicular Activity* ou EVA). Bien que les quartiers ne soient pas fastueux, ils sont relativement confortables [28].

En ce qui concerne l'Antarctique, l'environnement constitue en lui-même un facteur de stress important malgré l'amélioration des conditions de vie. Il n'y a qu'un seul jour et une nuit par an [23]. Le climat extérieur est froid et potentiellement mortel, en particulier lorsque les hivernants travaillent à l'extérieur. L'écart de température varie de 15 °C sur le littoral en été à -90 °C à l'intérieur des terres en hiver. En Antarctique, les altitudes sont élevées (notamment à la station américaine South Pole située à 2835 mètres au-dessus du niveau de la mer), les cycles lumière-obscurité sont extrêmes, l'obscurité peut durer 20 heures par jour, le climat est extrêmement sec et le vent atteint régulièrement 90 nœuds (environ 165 km/h). Seuls les manchots empereurs et les acariens vivent sur cette terre. Les végétaux sont peu présents et sont principalement des lichens. On note l'absence d'agents viraux et bactériens durant l'hiver [12] [21] [29].

En comparaison avec les missions spatiales et antarctiques, les missions sous-marines sont en rupture totale avec le monde extérieur, ce qui peut provoquer des angoisses. Une patrouille dure une dizaine de semaines (soit 70 jours), l'eau est dessalée et l'atmosphère renouvelée – ce qui nécessite la production d'oxygène et l'élimination des polluants comme le CO<sub>2</sub> - [27]. L'évènement le plus redouté à bord est l'accident. En effet, les incendies, les voies d'eau, les accidents radiologiques et les collisions représentent les pires menaces dans un sous-marin. C'est la raison pour laquelle certains accidents sont bien connus des sous-mariniens. On peut citer les tragédies des sous-marins Minerve et Eurydice en 1968 et 1970, du SNA Rubis en 1993, du SNA Améthyste en 1994, du SNA Émeraude en 1994 (ayant provoqué la mort de 10 membres dont le commandant), du SNA Rubis en 2008 et du SNLE Le

Triomphant en 2009 pour la Marine nationale française, ainsi que de l'accident de l'USS Thresher et de l'USS Scorpion pour la Marine américaine et des sous-marins Komsomolets et Kursk pour la Marine russe. De par leur caractère traumatisant, ces accidents parfois mortels sont susceptibles de causer des problèmes psychologiques aux sous-marinières [27] [30]. Tout incident, même minime, à bord d'un sous-marin, peut engendrer un risque vital [27]. En conséquence, le travail rigoureux de sélection et de formation - s'étant accentué depuis le naufrage du Kursk en 2000 -, les structures organisationnelles hautement spécialisées et la culture commune reflètent les exigences opérationnelles [31].

Enfin, dans les régions polaires ou sous-marines, on s'efforce d'adapter ou de réduire l'intensité de la contrainte thermique par les vêtements, les chauffages ou les climatiseurs [11]. Il en est de même lors des sorties extravéhiculaires dans l'espace où les températures peuvent varier de -160 °C dans l'obscurité à 120 °C à la lumière du soleil. Toutefois, il semble que le danger, les difficultés en mission et le froid n'aient pas d'effet stressant majeur dans ces milieux [32].

### **Les contraintes physiologiques d'un milieu hostile**

#### Une multitude de contraintes physiologiques

Les facteurs de stress physiologiques des milieux spatiaux incluent la microgravité, les rayonnements ionisants, les accélérations, l'impact avec des météorites et les cycles lumière-obscurité accélérés [28].

Les réponses physiologiques aux conditions environnementales antarctiques comprennent des perturbations des rythmes circadiens liés à la lumière, des symptômes cardio-pulmonaires liés à l'altitude (dyspnée, hypoxie artérielle, hypocapnie secondaire à l'hyperventilation, légère alcalose, érythrocytose), des céphalées, une perturbation de la fonction thyroïdienne, et des changements dans la circulation périphérique liés au froid (hypothermie et engelures, suppression du système immunitaire, changements hormonaux) [12] [18] [33].

L'exposition aux conditions de travail extrêmes en Antarctique et le potentiel de déshydratation peuvent s'avérer stressants. Étonnamment, cet environnement très dur et potentiellement dangereux ne semble pas représenter la plus grande difficulté d'adaptation. Les principaux facteurs de stress physiologiques qui persistent sont les effets de l'absence de lumière du soleil, la mobilité réduite et les exercices limités ainsi qu'une forme de privation physique. Les dangers extérieurs sont remarquablement bien tolérés par la plupart des gens. La nourriture, le carburant et les autres nécessités sont réapprovisionnés sans trop de difficulté et l'aide médicale est presque toujours disponible. Les difficultés physiques inhérentes au travail sont caractérisées par des périodes de port de charges lourdes et des contraintes de temps pour profiter de la météo estivale. Au fil du temps, la menace perçue de l'environnement et ses conséquences physiologiques deviennent moins aiguës [29].

#### Radiations et impacts neurobiologiques

En plus des effets biologiques cancérogènes, les rayonnements ionisants peuvent affecter les fonctions cognitives. Des études animales et humaines ont révélé que les radiations pouvaient entraîner des symptômes dépressifs, une apathie, une irritabilité, de l'impulsivité, un impact sur le temps de réaction, une réduction de l'attention et de la reconnaissance environnementale, ainsi qu'une diminution de la capacité de navigation spatiale. Il semble y avoir des dysfonctionnements en termes de mémoire spatiale, d'apprentissages complexes, d'anxiété chronique, mais également une prévalence plus élevée de schizophrénie chez les survivants des bombardements de Nagasaki et les nettoyeurs de Tchernobyl [14].

On s'attend à ce que le rayonnement cosmique présente un risque critique d'effets neurocomportementaux indésirables au cours des vols spatiaux vers la Lune et Mars. Des revues

récentes ont rapporté des dommages cérébraux structurels et fonctionnels considérables. Ceux-ci sont particulièrement importants dans le cortex préfrontal et l'hippocampe [15].

L'hippocampe est une région cérébrale hautement plastique. Il a un rôle clé dans certaines fonctions cognitives telles que la mémoire et la navigation spatiale. Si l'hippocampe est vulnérable aux radiations ionisantes, d'autres facteurs de stress peuvent l'endommager (hypercapnie, stimulation vestibulaire altérée, réduction des niveaux d'activité physique, troubles circadiens et manque de sommeil, privation sensorielle, isolement social, et confinement). Les effets comportementaux défavorables peuvent être l'aversion gustative, des déficits d'apprentissage temporaires, un renforcement des comportements anormaux, un conditionnement contextuel de la peur, de l'apprentissage spatial et la mémorisation [15].

### Microgravité

Les effets de la microgravité sur la santé cognitive mettent en avant une amélioration des fonctions cognitives, mais une dégradation des fonctions sensori-motrices. Les effets néfastes sur la santé cognitive dans l'espace semblent liés au stress [14].

### Alimentation et nutrition

Dans l'espace, les nutriments ont aussi un impact sur le corps, le sommeil et la santé psychique [14].

La variété, la disponibilité, la qualité et la stabilité des éléments nutritifs, la facilité de préparation, le stockage et le moment des repas ont tous une incidence sur l'apport nutritionnel adéquat, la santé comportementale et la cohésion sociale lors de vols spatiaux. À ce jour, les aliments spatiaux sont transformés et emballés individuellement pour assurer la stabilité et la facilité de préparation sur plusieurs années. La réfrigération des aliments n'est pas possible à bord de l'ISS, et la disponibilité de fruits et légumes frais est extrêmement limitée puisqu'ils ne sont livrés que quand un véhicule de réapprovisionnement s'amarre à la station spatiale, ce qui ne sera probablement pas le cas lors des missions d'exploration vers Mars [34].

Les astronautes de l'ISS consomment un menu standard et ne reçoivent qu'une petite quantité de leurs aliments préférés. Par conséquent, la quantité et la variété sont limitées. La personnalisation des repas se limite à l'ajout de condiments et à la sélection d'aliments dans les contenants du menu standard. Les membres d'équipage ne sont pas tenus de consommer un menu particulier chaque jour, mais ils sont limités par la disponibilité des aliments et par les goûts et les aversions de leurs coéquipiers. Les équipages ne sont autorisés à ouvrir un nouvel ensemble de contenants de repas standards que tous les 7 à 9 jours, en fonction des besoins caloriques des membres d'équipage au cours de chaque mission. Ainsi, si un membre aime un aliment particulier, cet aliment n'apparaîtra dans les contenants standards que deux à trois fois tous les 7 à 9 jours [34]. Ces contraintes sont spécifiques aux missions spatiales. En Antarctique et en milieu sous-marin, les repas sont chauds, préparés et diffèrent peu de ceux consommés par le reste de la population.

Étant donné l'exposition accrue aux rayonnements ionisants lors des missions d'exploration spatiale, la fonction de la barrière hémato-encéphalique pour les nutriments doit être prise en considération. Ces derniers sont concentrés dans le cerveau par des processus de transport actif. La vitamine B et l'acide folique en sont des exemples. Une barrière hémato-encéphalique compromise en raison d'une exposition chronique aux rayonnements ionisants à faible dose pourrait entraîner une carence cérébrale en folates. Cette carence a été associée à de nombreux troubles neuropsychiatriques, y compris la dépression et la schizophrénie. Enfin, il existe des microorganismes ayant des effets psychiatriques probiotiques, c'est-

à-dire pouvant produire un avantage pour la santé mentale s'ils sont consommés en quantité suffisante. Ils ont été décrits comme des « psychobiotiques » [34].

Malgré les limites des systèmes alimentaires dans cet environnement, la nourriture est souvent identifiée dans les comptes rendus des astronautes de l'ISS comme l'un des facteurs les plus importants pour le moral. La nourriture faisait partie des 10 catégories les plus citées dans une analyse des journaux d'astronautes, à la fois comme source de frustration et comme source de plaisir selon des facteurs tels que la variété, la disponibilité (réapprovisionnement), la qualité des articles choisis et l'espace disponible pour les repas de groupe (cf. figure 4). Le fait de permettre aux membres d'équipage de choisir eux-mêmes les aliments qu'ils veulent consommer chaque jour donne une plus grande satisfaction de l'équipage, comme l'indiquent les analogues au sol utilisant des systèmes alimentaires fermés pendant de longues périodes. Néanmoins, l'étude EXEMSI de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) est un exemple de cas où un système alimentaire fermé de 60 jours a fourni des besoins nutritionnels, mais où l'apport en vitamines réelles (notamment vitamines B1 et B6) était inférieur aux besoins alimentaires, ce qui indique que les membres d'équipage ne choisissent pas des repas complètement équilibrés. En outre, un incident de « pillage » de nourriture a été mentionné dans un journal d'astronautes de l'ISS et a provoqué des ressentiments et un stress social aigu [34].

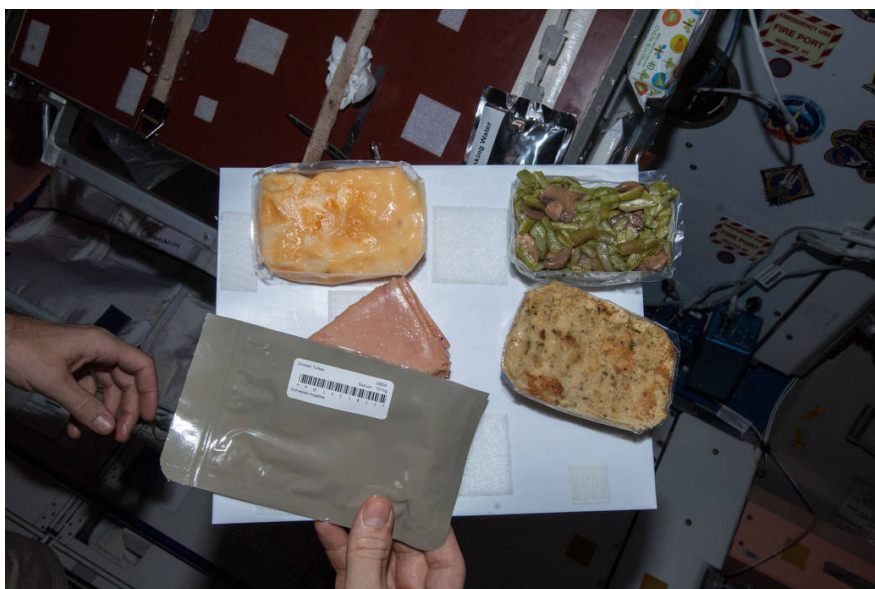


Figure 4 : Repas de Thanksgiving à bord du module Unity de l'ISS.

© NASA

### Exercice et activité physique

Lors des vols spatiaux, le risque d'une dégradation de la santé musculo-squelettique et de la condition cardio-respiratoire est en grande partie attribuable à la microgravité. En condition de microgravité, les humains ne subissent pas de charge quotidienne continue sur le corps comme ils le subiraient sur Terre. Par conséquent, les os et les tissus musculaires s'affaiblissent. Ce déconditionnement représente un danger lors du retour sur Terre et pour les missions futures sur la Lune et sur Mars, qui peuvent impliquer des opérations de surface planétaire et des ports de charge. L'exercice est une contre-mesure essentielle pour empêcher le déconditionnement de plusieurs systèmes pendant les vols spatiaux. Il devrait également être utilisé pour cibler l'atténuation des facteurs de stress associés aux vols spatiaux (c'est-à-dire l'isolement, le confinement, etc.) afin de favoriser la cohésion d'équipe et le succès de la mission. Les dispositifs d'exercices dans l'espace se sont considérablement améliorés depuis les premières

décennies des vols spatiaux. L'ISS est équipée d'un tapis roulant avec harnais de retenue et d'un dispositif d'exercice résistif avancé (ARED) permettant aux membres d'équipage en mission de longue durée de suivre des séances d'entraînement cardio et de port de charge. À l'instar des exigences et des lignes directrices en matière de condition physique des militaires et des pompiers, les astronautes doivent maintenir une condition physique adéquate pour leurs missions. De ce fait, les membres d'équipage sont tenus de participer à l'exercice 6 jours par semaine, jusqu'à 2 h 30 par jour en vol. L'exercice a comme avantage de maintenir la force musculaire et la santé cardio-vasculaire, mais aussi d'être un médiateur majeur des réponses au stress, car il promeut la résilience physique et psychologique [34].

Les EVA, communément appelées « sorties dans l'espace », sont des tâches cruciales des activités en équipe. Elles illustrent la nécessité pour les équipes de fonctionner avec un niveau élevé de cohésion et de fonctionnement cognitif dans un environnement à haut niveau de stress. Chaque étape d'une EVA, de la formation au retour à l'intérieur de la station, est planifiée et mise en pratique. Cela exige que tous les membres d'équipage accomplissent correctement leurs tâches individuelles, qu'ils aient une conscience situationnelle de leur bien-être et de leur emplacement respectif, qu'ils communiquent efficacement les uns avec les autres, qu'ils bénéficient d'un soutien au sol et qu'ils adoptent des comportements de soutien pour s'entraider. Même avec une préparation optimale, des événements imprévus se produisent et exigent que les membres d'équipage travaillent ensemble pour trouver une solution. Dans ces cas, il est essentiel que les membres d'une EVA aient une auto-efficacité (c'est-à-dire qu'ils croient en leur capacité à réaliser les tâches) et exécutent des processus d'équipe tels que la prise de décision collaborative et les comportements de soutien. De plus, les EVA durent habituellement plus de 6 heures et sont très exigeantes sur le plan physique et cognitif. La fatigue peut entraîner une augmentation des erreurs cognitives et une diminution de la communication. Il est donc essentiel de faire de l'exercice pour renforcer l'endurance nécessaire à ces sorties. Au fur et à mesure que nous progressons dans le domaine spatial, les EVA sont susceptibles d'être moins encadrées. Par conséquent, la cohésion d'équipe et un bon processus d'équipe deviennent encore plus importants, car l'équipe devra travailler de façon autonome pour relever les défis [34].

L'agencement le plus efficace en termes d'intensité, de volume, et de modalités d'exercice physique pour promouvoir la santé psychologique n'est pas connu et varie probablement d'une personne à l'autre. La plupart des études dans ce domaine se sont concentrées sur l'exercice cardio-vasculaire plutôt que sur la résistance. Il semble que l'exercice aérobie d'intensité modérée à vigoureuse soit le plus efficace, car la cascade de catécholamines et des facteurs de croissance est minime avec un exercice d'intensité moindre [34].

En Antarctique, les personnes régulièrement actives ont manifesté une diminution de l'activité cérébrale alpha et bêta et une humeur stable, tandis que celles qui sont inactives voient leur humeur se détériorer [16].

#### *Vitamine D, hormones parathyroïdiennes et santé mentale*

La vitamine D joue un rôle dans la santé mentale et dans le fonctionnement cognitif. En effet, la dépression a été associée à une carence en vitamine D. Les récepteurs de la vitamine D et les enzymes nécessaires à l'hydroxylation de cette vitamine ont été identifiés dans le système nerveux central (SNC), ce qui en fait un substrat possible pour le stress, la cognition et les troubles de l'humeur. C'est d'autant plus le cas pour l'amygdale du système limbique, un centre de contrôle du comportement et de l'émotion. De même, l'hyperparathyroïdie est souvent associée à la dépression. Les hivernants sont exposés à environ 4 mois d'obscurité continue pendant l'hiver et à 4 mois de lumière du jour durant la photopériode estivale, or la synthèse de vitamine D est influencée par l'exposition solaire [22].

Une étude a évalué la variation saisonnière de vitamine D et de l'hormone parathyroïdienne (PTH) chez 20 sujets masculins indiens (6 scientifiques et 14 membres de soutien technique) apparemment en bonne

santé de novembre 2010 à décembre 2011 en Antarctique. Son objectif était d'évaluer la corrélation de ces changements avec des mesures objectives de la dépression et du stress perçu, ainsi que des changements dans les marqueurs biochimiques du métabolisme minéral osseux comme le sérum total de Calcium, de phosphore inorganique et de phosphatase alcaline totale. Les instruments d'évaluation de la santé physique et mentale comprenaient les échelles normalisées suivantes : l'échelle des plaintes subjectives en termes de santé (SHC), l'échelle des effets positifs et négatifs (*Positive And Negative Affectivity Scale*, PANAS), l'inventaire de la dépression de Beck (BDI) et l'échelle de stress perçu (PSS). Pendant le séjour en Antarctique, l'indice de masse corporelle (IMC) moyen a augmenté en raison de l'alimentation riche en calories et de la réduction de l'activité durant l'hiver polaire. La prise de poids moyenne était de 1,2 kg au premier trimestre, 1,3 kg au deuxième trimestre et 0,6 kg au troisième trimestre. Il n'y avait pas de changement significatif sur les scores subjectifs des problèmes de santé, hormis une augmentation des troubles musculo-squelettiques et des troubles du sommeil peu après l'arrivée en Antarctique. Les scores élevés de fatigue et de dépression sur l'échelle SHC à l'arrivée (0 mois) étaient attribuables à des troubles du sommeil lors de la phase initiale d'adaptation à la photopériode ensoleillée 24 heures sur 24. Cette plainte a diminué au bout de 3 mois, lors du deuxième test pendant l'été. Les taux de vitamine D étaient significativement plus bas à 6 mois et à 12 mois par rapport au niveau initial. En effet, 10 % des membres avaient une légère carence en vitamine D à l'arrivée, comparativement à 35 % d'entre eux en hiver (à 6 mois). Les niveaux moyens correspondants de PTH étaient également plus élevés, suggérant une dégradation du taux de vitamine D chez les sujets au fur et à mesure de l'expédition. Par la suite, les niveaux de vitamine D ont baissé pendant la nuit polaire et se sont stabilisés avec le début de l'été polaire. Le score moyen de dépression était significativement plus élevé au milieu de l'hiver ( $4,8 \pm 3,9$ ) par rapport à la valeur estivale de référence ( $2,9 \pm 2,1$ ) sur l'échelle BDI. Cinq sujets avaient un score supérieur à 5 au milieu de l'hiver, suggérant une dépression minimale selon cette échelle. Toutefois, seulement 10 % (2 sujets) répondaient aux critères de la Classification internationale des maladies (CIM) pour la dépression mineure. L'hiver était également associé à des scores moyens plus élevés sur l'échelle de stress perçu. Ces scores revenaient à la ligne de base ensuite. Les scores pour les échelles d'émotions négatives de base (peur, tristesse et hostilité) étaient significativement plus élevés au milieu de l'hiver. De plus, il y avait une corrélation entre des niveaux de PTH plus élevés au milieu de l'hiver et un score PANAS plus élevé au milieu de l'hiver et avant le départ. Les sujets ayant une concentration en vitamine D inférieure à 9 ng/mL (limite inférieure de la plage de référence) avaient un score PANAS moyen pendant l'été et le milieu de l'hiver significativement plus élevé que ceux dont la vitamine D était supérieure à 9 ng/mL. Les scores de dépressions plus élevés au milieu de l'hiver suggèrent que quelques membres ont souffert d'un syndrome mental d'hivernage, affectant les scores moyens du groupe. De ce fait, la supplémentation de routine en vitamine D peut être recommandée. Les principales causes de dépression chez ces sujets étaient des événements stressants comme des problèmes de santé, des pannes mécaniques nécessitant des réparations importantes, les tâches liées aux tempêtes de neige et des conflits en lien avec le travail. D'autres études ont attribué la dépression hivernale à des troubles du sommeil et à la fatigue musculo-squelettique [22].

#### Gènes et phénotypes psychophysiques

Au cours d'une expédition de 17 scientifiques chinois en Antarctique en 2007, l'expression de 42 gènes était particulièrement corrélée avec des troubles de l'humeur. Ces derniers étaient évalués à l'aide du questionnaire « profil des états de l'humeur ». 133 paramètres d'adaptation phénotypique ont été testés avant et à l'arrivée en Antarctique. 47 phénotypes étaient modifiés : la testostérone était inversement associée aux changements maximaux de l'hémoglobine oxygénée dans le cerveau droit et positivement associée aux paramètres d'humeur parmi lesquels la tension et l'anxiété, la dépression, la colère et la fatigue. Il n'y avait pas de corrélation entre ces paramètres et l'hormone sexuelle féminine FSH. Les

gènes exprimés étaient regroupés en 3 sous-groupes : ceux impliqués dans la spermatogenèse, dans le développement du système nerveux et dans la réaction aux médicaments. Ces processus biologiques étaient associés aux conditions environnementales et corrélés avec des changements phénotypiques tels des niveaux élevés de testostérone, la diminution d'oxygène dans l'hémisphère droit et des troubles de l'humeur. L'expression de 92 gènes était fortement corrélée avec l'élévation de la testostérone. La testostérone soulage la détresse sociale, l'anxiété et la dépression chez les personnes en bonne santé en population générale, cependant elle est fortement associée à la tension et à l'anxiété, à la dépression et à la fatigue lors de l'adaptation aux conditions antarctiques. Ces modifications des niveaux de testostérone pourraient aider les hommes en bonne santé à faire face à un environnement extrême [35]. Ainsi, ces changements génétiques et endocriniens montrent à quel point l'environnement peut affecter la physiologie humaine en conditions extrêmes.

## **Les stressseurs psychologiques**

### Généralités

Les facteurs de stress psychologiques dans l'espace comprennent l'isolement, le confinement, les dangers inhérents au milieu, la charge de travail et la monotonie [28].

La plupart du temps en Antarctique, il n'y a pas d'activité et les ressources adaptatives sont mises à rude épreuve. Dès les années 1960, les facteurs de stress psychologiques ont été étudiés. Les communications extérieures, autres que la radio, étaient impossibles [32]. L'environnement psychosocial des expéditions polaires est caractérisé par l'ennui, la monotonie, l'isolement, l'enfermement, le contrôle difficile de la tension psychique et la nécessité de contrôler les pulsions émotionnelles et agressives. Cela est particulièrement vrai dans les stations de petite taille [18] [29]. Généralement, selon le lieu et la période de l'année, les expéditions polaires sont physiquement isolées du monde extérieur. L'obscurité et les conditions météorologiques imposent de sévères restrictions de voyages depuis et vers le continent. Les personnes participant à de telles expéditions sont séparées de leur famille et de leurs amis et ressentent par conséquent une privation émotionnelle [18]. Les hivernants signalent que l'isolement et le confinement sont plus difficiles à vivre que les conditions environnementales [7] [12].

Malgré l'amélioration des conditions de vie, la propulsion nucléaire permet aux sous-marins de rester plus longtemps immergés, ce qui prolonge les effets du stress [30]. Les principaux facteurs de stress dans un sous-marin sont l'environnement hostile, le confinement et l'isolement (du fait des interactions quasi inexistantes avec le monde extérieur), les espaces de travail et de vie réduits, l'absence de reconnaissance jour-nuit, le manque de lumière du jour, la routine, les perturbations liées au rythme de quart (cf. figure 3), la séparation prolongée avec la famille, le surpeuplement, le travail immobile et les responsabilités opérationnelles potentiellement dangereuses [27] [30] [31].

### Isolement et confinement

Les missions d'exploration ont le potentiel d'étudier les effets de l'isolement et du confinement prolongés dans les environnements ICE. Les premières données rapportées sur les effets comportementaux de l'isolement et du confinement remontent aux explorateurs polaires, fournissant des preuves anecdotiques des défis psychologiques et physiologiques associés aux expéditions antarctiques de longue durée. La relation entre isolement social, changements cérébraux et déficit de performance cognitive est moins claire. D'autres recherches dans les environnements ICE ont porté sur les troubles de l'humeur, l'asthénie, les réactions psychosomatiques, les adaptations psychosociales et les troubles psychiatriques en lien avec l'isolement et le confinement [15].



L'isolement implique une réduction de la quantité et de la qualité des stimuli environnements, qui ont une fonction psychologique et sociale. Souvent, c'est la diminution de l'interaction sociale qui est la plus problématique. Les êtres humains comptent sur le soutien social pour éclairer leur perception du monde, de l'environnement, d'eux-mêmes et de la réalité. La connectivité sociale est une condition préalable à un ajustement social à long terme. Nous évaluons et maintenons notre personnalité, notre sens de soi et notre identité en fonction de la manière dont nous croyons que les autres nous perçoivent. Ce processus a été nommé en 1902 *the looking glass self* (« se regarder soi-même dans le miroir »). Autrement dit, en utilisant l'interaction sociale comme un miroir, nous nous servons de jugements perçus pour jauger notre valeur et nos comportements. Par conséquent, l'isolement peut conduire à un dysfonctionnement cognitif, à un retrait mental, et parfois à une dissolution psychique complète, même chez les personnes en bonne santé [11].

Dans les stations isolées de l'Antarctique, des déclin psychologiques ont été décrits et catégorisés en trois syndromes (le syndrome mental d'hivernage, le syndrome polaire T3 et le trouble affectif saisonnier sous-syndromique). Il en est de même chez certains astronautes. Les symptômes peuvent revenir après la mission et l'extraction du milieu. Bien que de nombreuses études sur l'exploration polaire, lors de longues périodes d'isolement, tendent à faire état d'effets plus pathogènes, les données suggèrent des différences significatives de tolérance individuelle à ces syndromes. De plus, les symptômes rapportés n'atteignent des niveaux cliniques que dans peu de cas et certaines personnes rapportent des bienfaits réels de l'expérience polaire ou des missions spatiales. Enfin, il convient de distinguer isolement et solitude. La solitude est généralement un état temporaire qui peut être recherché délibérément et qui est suivi d'une reconstitution psychologique [11]. En d'autres termes, la solitude temporaire et volontaire peut être bénéfique tandis que l'isolement subi peut être pathogène et mener à une souffrance morale.

Un autre versant de l'isolement dans ces environnements ICE est le confinement, c'est-à-dire l'absence d'isolement à l'intérieur même de l'espace de vie. Au cours des années 1988 et 1989 dans les stations américaines antarctiques South Pole et McMurdo, des individus se sont plaints d'un manque de vie privée et de commérages constants envahissant la communauté et ayant une influence négative sur les relations sociales (plus particulièrement sur les relations hommes-femmes). Par conséquent, jusqu'à 60 % du temps libre est passé seul dans un dortoir. Le froid, l'obscurité et les règles de sécurité limitent les déplacements à l'extérieur, même pendant de courtes périodes [12]. Ainsi, il est difficile de s'extraire de ces milieux.

#### *Privation sensorielle et monotonie*

Les études portant sur la privation sensorielle ont prospéré dans les années 1950 et 1960 et ont été appliquées à la compréhension des problèmes chez les personnes résidant dans les environnements isolés, confinés et extrêmes. À partir du milieu des années 1970, elles ont nettement diminué, probablement du fait de la réduction du financement militaire pour ces programmes et du fait de l'absence de nouvelle découverte majeure [11]. La stimulation sensorielle réduite et la monotonie sensorielle vécues dans les environnements ICE contribuent en grande partie aux conditions neurocomportementales défavorables. La stimulation sensorielle monotone, l'ennui, l'isolement et le confinement sont de graves facteurs de stress qui peuvent entraîner des tensions et des conflits interpersonnels, des effets négatifs, des erreurs de travail et une mortalité accrue [15].

Il a été démontré que des changements importants de la pensée et du comportement pouvaient être induits par la privation sensorielle. En effet, l'intensité ou la variété des stimuli est réduite. La stimulation sensorielle monotone provoque une altération de la capacité à apprendre ou à penser. Elle peut engendrer des troubles de la concentration, de l'anxiété, des plaintes somatiques et une désorientation temporo-spatiale, voire des déficits dans l'exécution des tâches et des hallucinations. La

stimulation sensorielle monotone peut induire une forte variabilité des états affectifs et motivationnels. C'est pourquoi la stimulation environnementale variée semble vitale. La stimulation cénesthésique occupe un rôle crucial lorsque les autres entrées sensorielles sont restreintes [23]. Le stress de l'isolement dans un environnement sombre et calme est un facteur de changements comportementaux. La motivation et la cognition sont affectées et peuvent avoir un rôle de stimulation extéroceptive. Or, la tâche principale est la surveillance d'équipements automatisés qui peut être peu stimulante [23].

La monotonie et l'activité réduite peuvent engendrer une asthénie, le retrait des membres d'équipage et un comportement territorial. Durant leur temps libre, les spationautes qui avaient été dans l'espace pendant une longue durée étaient plus sensibles à l'absence de divers médias susceptibles de les aider à s'occuper (par exemple : films, lettres, lecture) que les astronautes ayant séjourné dans l'espace pendant des périodes plus courtes [10].

#### Privation de sommeil et fatigue

Les perturbations du sommeil peuvent se produire dans des environnements normaux et ont été régulièrement signalées au cours de missions spatiales ou antarctiques. Dans l'espace, le sommeil a tendance à être plus court, plus agité et moins profond que sur Terre. La fonction du sommeil n'est pas entièrement comprise, mais celui-ci est essentiel pour la survie et pour soutenir la santé mentale et physique [11].

Les environnements opérationnels ICE comprennent souvent des horaires de travail irréguliers ou non naturels, des cycles lumière-obscurité et des environnements de sommeil inhabituels. Par exemple, les chercheurs en Antarctique et les sous-marinières peuvent ne pas voir le soleil pendant des mois, alors que les astronautes en orbite terrestre basse assistent à un lever ou à un coucher de soleil toutes les 45 minutes [34]. Des extraits de journaux d'astronautes recueillis durant des missions spatiales ont mentionné des centaines de fois, la fatigue et le sommeil comme étant des sources majeures de stress, mais aussi de soulagement. Si les êtres humains préfèrent en moyenne 8 à 8,5 heures de sommeil par nuit pour maintenir leur santé et leur fonctionnement cognitif, les astronautes dorment rarement toute la nuit pendant une mission (ils dorment en moyenne 6 heures), en raison de facteurs de stress physiques et psychologiques inhérents à une mission opérationnelle [34]. Parmi les réponses physiologiques aux conditions antarctiques figurent la perturbation des rythmes circadiens, l'absence complète de sommeil de stade IV, et des réductions importantes de la quantité de sommeil de stade III ainsi que du sommeil paradoxal (ou sommeil REM pour *rapid eye movement*) [12] [14] [33].

Une analyse récente des astronautes participant à des missions de l'ISS (séjour moyen de 155 jours) a révélé un désalignement circadien dans 20 % des jours de vol et des pertes de sommeil équivalentes à une heure par nuit. Un mauvais sommeil est associé à des affections neurodégénératives et neuropsychiatriques, ainsi qu'à une atrophie de l'hippocampe. Il a également été démontré que la privation chronique de sommeil entraîne une atrophie de l'hippocampe tout au long de la vie adulte. Les effets néfastes du sommeil sur l'hippocampe sont indépendants des hormones du stress [15].

Les troubles du sommeil rencontrés dans l'espace, y compris lors de missions de longue durée, peuvent être partiellement soulagés par l'ajustement des cycles de travail et de repas, la réduction du bruit et de l'éclairage de la cabine. Cependant, les troubles persistent et ont été signalés lors de missions sous-marines et antarctiques [17].

La privation de sommeil nuit au rendement par manque de repos, mais aussi par la rupture des rythmes diurnes. C'est le cas en Antarctique où des troubles du sommeil s'accompagnent d'une diminution du sentiment de bien-être et de la vigilance pendant la période d'obscurité. Il en est de même dans l'espace du fait de la perte du cycle lumière-obscurité de 24 heures. Des données probantes suggèrent que le corps possède au moins deux horloges biologiques endogènes qui régissent le comportement de veille

en modulant la température corporelle centrale et diverses fonctions endocriniennes. Lorsque celles-ci sont déphasées, on parle de désynchronisation circadienne. Ces horloges internes sont réglées et réinitialisées par des indices externes, les *Zeitgebers* (« temporisateurs ») qui peuvent être physiques (cycle lumineux clair-sombre) ou sociaux (les repas, les horaires des horloges). De même, les troubles du sommeil peuvent perturber les rythmes diurnes [11]. Dans les sous-marins français, les quarts de travail font 2, 3 ou 4 heures et se renouvellent deux à trois fois dans la journée (cf. figure 3). De plus, ces quarts « par tiers » sont cadencés sur un cycle de 3 jours et provoquent un risque accru de désynchronisation du cycle veille-nuit par privation de sommeil naturel. La nuit, la lumière est rouge. Les études montrent que l'éclairage diurne dans les sous-marins français est peu élevé, même s'il est supérieur à celui rencontré dans les sous-marins américains [27].

La fatigue est liée à des altérations des fonctions affectives (impactant la stabilité émotionnelle, l'autorégulation, les affects positifs et la motivation), comportementales (comme la réduction de l'activité physique, une évaluation moins précise du risque et une communication de moins bonne qualité), et cognitives (comme un ralentissement cognitif, une réduction de l'attention et du rappel, une prise de mauvaises décisions et un risque accru d'erreurs) [34]. Ainsi, la fatigue et l'épuisement peuvent engendrer un stress [16]. Contrairement à la fatigue musculaire pure, la fatigue mentale est « l'incapacité de fonctionner à son niveau optimal, parce que les efforts physiques et mentaux (de toutes les activités de veille et pas seulement du travail) dépassent la capacité existante ». Le sommeil est un processus biologique nécessaire qui permet au cerveau et au corps de se remettre des activités physiques, cognitives et sociales de la journée [34].

#### Manque de temps et distorsion temporelle

Le manque de temps est un facteur de stress psychologique. Lors de la troisième mission habitée Skylab (Skylab 4), les astronautes américains ont pris du retard dans leur emploi du temps et ont commencé à faire des erreurs au cours de plusieurs expériences. Cela a conduit à des tensions et les astronautes ont déclaré qu'ils étaient surmenés tandis que le contrôle au sol estimait que les astronautes ne travaillaient pas à la hauteur de leurs capacités. Plus de la moitié des tâches nécessitait plus de temps. Une partie de cette surcharge apparente a été attribuée à une distorsion du sens du temps nommée « compression temporelle » [17]. De courts intervalles de temps sont alors surestimés et les membres d'équipage sont incapables d'accomplir leurs tâches dans le temps imparti [10].

### **Les facteurs psychosociaux**

#### L'importance des facteurs psychosociaux

Dans un environnement fermé comme une expédition spatiale de longue durée ou une mission sous-marine, les membres agissent à la fois comme collègues et comme colocataires. Le fait de passer moins de temps ensemble en raison d'horaires de sommeil, de veille et de travail mal alignés peut, non seulement avoir une incidence sur la cohésion des tâches de l'équipe, mais aussi sur la cohésion sociale de l'équipe, en réduisant le temps passé à partager les repas, participer à des activités récréatives ou être disponible pour offrir et recevoir du soutien social [34]. Les principaux éléments stressants sont les problèmes d'adaptation individuelle au groupe, la relative « similitude » du milieu et l'absence de nombreuses sources habituelles de gratification émotionnelle. La séparation avec la famille et les situations familiales de « la civilisation » ne sont pas des préoccupations continues, mais la plupart des hivernants concèdent que leur absence augmente le fardeau de l'adaptation [32]. C'est la raison pour laquelle certaines stations de recherche polaire proposent un hébergement aux familles (cf. figure 5). En outre, la sexualité est réprimée et les besoins alimentaires sont plus importants [32].



Figure 5 : La base argentine Esperanza, une des rares stations antarctiques hébergeant des familles.  
© Pixabay

Dans l'espace, les facteurs de stress interpersonnels comprennent la taille de l'équipage, les questions relatives au leadership [28], celles relatives au genre, la gestion des conflits, les effets culturels [14] [28], la barrière de la langue et les stéréotypes [14]. Les interactions ont le potentiel de créer des effets négatifs sur la santé mentale avec un manque d'intimité ou des contacts sociaux forcés [14]. De plus, l'isolement, la solitude, le manque de soutien de la terre - en raison de retards de communication -, les problèmes familiaux sur terre, et le mal du pays sont quelques problèmes psychosociaux auxquels les astronautes peuvent être confrontés [10] [14]. Le mal du pays peut entraîner des absences, un retrait, une dépression, un évitement voire des phobies, de l'anxiété et des ruminations obsessionnelles axées sur la maison. Une autre question psychosociale est la manière dont on informe les astronautes d'une mauvaise nouvelle, puisque celle-ci peut avoir des répercussions sur l'individu et sur le groupe [14].

En Antarctique, les facteurs de stress les plus importants semblent être de nature psychosociale. Comme l'a signalé le personnel hivernal, le rejet perçu - résultant de retard à l'arrivée des secours -, les pénuries d'approvisionnement et les interférences de l'autonomie des stations par des autorités extérieures et des sociétés-mères étaient des facteurs de stress. D'autres facteurs de stress signalés incluaient le manque d'intimité dans les quartiers exigus, l'ennui dû au manque de stimulation, la privation sexuelle et émotionnelle, l'absence de statut et de rôle définissant la position sociale [33]. Dans les petites stations antarctiques, les facteurs psychosociaux stressants spécifiquement identifiés étaient la proximité étroite avec les mêmes membres, les limites du statut social et professionnel liés à un chevauchement des rôles, une absence de récompense immédiate et les changements sociaux fréquents dus aux rotations d'équipages [29]. Le confinement social au sein de l'expédition elle-même, l'absence d'intimité, les commérages et les relations hommes-femmes peuvent avoir des effets négatifs [18]. De plus, il y a une relative absence d'hostilité ouvertement exprimée. Les bagarres sont rares, mais les tensions et irritations sont toujours présentes puisque l'on ne peut pas se permettre de se désaliéner du groupe [32]. Vouloir sortir de la station, même pendant de brèves périodes pour échapper aux facteurs de stress interpersonnels, est entravé par le froid extrême, l'obscurité, la fatigue, et par les règles favorisant la sécurité et la réduction du risque de blessure accidentelle [18].

### Monotonie sociale

La monotonie sociale est susceptible de se produire en réponse à l'interaction constante avec le même groupe [16]. Le fait de croiser toujours les mêmes personnes, d'avoir les mêmes discussions et de faire les mêmes tâches peut entraîner une forme de lassitude.

### Manque d'intimité

Les véhicules spatiaux, et plus globalement les environnements ICE, offrent peu d'intimité et d'espace personnel [16]. Les chercheurs soutiennent que la majorité des conflits interpersonnels découlent de problèmes relativement mineurs qui sont exacerbés par l'isolement extrême et l'incapacité à échapper au groupe. Les témoignages recueillis dans les comptes rendus d'équipage de l'ISS indiquent que les dortoirs sont des espaces appréciés et nécessaires pour mener des activités personnelles. Les membres d'équipage soulignent l'avantage psychologique de ces logements privés. Le stress chronique, dû à la réduction de la vie privée et à l'augmentation de la densité sociale de ces environnements, peut être aggravé par des événements stressants aigus liés à l'habitabilité (par exemple, des dommages temporaires dans une partie de l'habitat qui réduisent le volume net habitable global et accroissent le surpeuplement pendant une courte période) [34].

### Soutien social

Un faible soutien social a été associé à des indices physiologiques et neuroendocriniens de réactivité accrue au stress, y compris une fréquence cardiaque élevée, une hypertension artérielle et une réponse cardiovasculaire et neuroendocrinienne importante. Les habitats conçus pour des missions de longue durée devraient assurer un espace physique adéquat pour faciliter le soutien social [34].

### **L'effet d'agrégation ou effet de « grappe »**

Alors que les facteurs individuels de contrainte (isolement, privation sensorielle et sociale, stress thermique, bruit) peuvent avoir un impact psychologique, c'est le regroupement des facteurs de stress environnementaux et psychosociaux qui peut être pathogène dans les milieux isolés, confinés et extrêmes [11].

Les différents facteurs de stress sont intriqués. Ainsi, les facteurs environnements engendrent des troubles du sommeil, des altérations du sens du temps ou des expériences transcendantes à l'échelle individuelle. Les problèmes démographiques, la motivation professionnelle, le mal du pays et les sensibilités perceptuelles accrues sont également influencés par ces milieux extrêmes [10]. Les facteurs physiologiques sont induits par les facteurs liés à l'habitabilité : les symptômes cardio-pulmonaires peuvent apparaître du fait de l'altitude et le froid peut engendrer des troubles de la circulation périphérique comme une hypothermie, des engelures, l'immunosuppression et la dysrégulation hormonale [16]. De plus, la dureté environnementale et ses différents facteurs de stress, sont corrélés positivement avec une humeur négative, une diminution des relations interpersonnelles et une diminution de la satisfaction personnelle. L'humeur, le stress et la dynamique de groupe sont fortement influencés par l'éloignement, l'isolement et le confinement, la photopériode, les conditions météorologiques et l'absence de lumière du jour [13]. Si les facteurs de stress individuels sont susceptibles d'impacter le groupe, les facteurs de stress interpersonnels peuvent avoir des effets sur le psychisme du sujet.

## **Enjeux cliniques individuels**

### **Préambule**

Ce chapitre fait état des problèmes individuels rencontrés en milieux ICE. Ceux-ci comprennent les changements émotionnels et de performance cognitive, les symptômes thymiques et anxieux, le retrait social, les syndromes induits par les changements environnementaux (comme les syndromes saisonniers). Bien que certains symptômes puissent être considérés comme mineurs dans la plupart des autres environnements, leur importance pour la santé et le bien-être peut être amplifiée par les conditions d'isolement et de confinement [16]. Nous étudierons les réactions et l'adaptation face aux facteurs de stress, les caractéristiques individuelles en lien avec l'adaptation, les symptômes aspécifiques, les syndromes spécifiques, ainsi que les changements des états de conscience survenant dans de tels milieux.

### **Réactions et adaptation face aux facteurs de stress**

#### *Réactions aux facteurs de stress*

Dans l'espace, il existe quatre types de réactions pathogènes aux facteurs de stress. Ces réactions peuvent être : physiologiques, en lien avec la performance, interpersonnelles et psychiatriques. Les réactions physiologiques comprennent le mal de l'espace, les perturbations de sommeil, les troubles vestibulaires, la perte osseuse (associée à l'hyperkaliémie) et les changements des caractéristiques des fluides corporels. Les réactions en lien avec la performance comprennent les déficits d'attention, les troubles psychomoteurs, les illusions visuelles, la désorientation et une tendance à faire des erreurs. Les réactions interpersonnelles comprennent la tension, le retrait et un comportement territorial, le manque d'intimité, les phénomènes de déplacement des tensions et de boucs émissaires [28]. Les réactions d'ordre psychiatrique comprennent l'anxiété, les réactions émotionnelles liées au stade la mission, les troubles de l'adaptation, les troubles somatoformes et les symptômes psychosomatiques, la dépression, l'asthénie, la psychose et les pensées suicidaires [10] [28]. Après la mission, ces troubles psychiatriques peuvent engendrer des changements de personnalité et des problèmes conjugaux [10]. Ces différentes réactions aux facteurs de stress sont également retrouvées lors d'hivernages en Antarctique et à bord des sous-marins.

#### *Stratégies d'adaptation et mécanismes de défense*

L'adaptation en Antarctique nécessite de larges compétences cognitives, psychologiques et sociales. Ces compétences sont influencées par les variations d'humeur, les stratégies d'adaptation ainsi que par la dynamique de groupe. Une étude portant sur 13 membres de la station antarctique argentine Belgrano a étudié les émotions, l'adaptation et la dynamique sociale. Les stratégies d'adaptation sont liées aux mécanismes de défense, ce qui indique que les deux sont impliqués dans le processus d'adaptation psychologique à l'environnement. Les stratégies d'adaptation efficaces étaient associées à des mécanismes de défense matures tandis que les stratégies d'adaptation moins efficaces, donc moins adaptatives, étaient liées aux symptômes de dépression. Les mécanismes de défense immatures étaient positivement corrélés avec le stress total et perçu. Les longues périodes peuvent augmenter la tension sociale et détériorent le soutien social, entraînant la baisse du rendement professionnel. Cela est la conséquence de la réduction de la vie privée, de l'ennui, de la monotonie et de tâches très exigeantes. Les chefs d'équipe jouent un rôle important en réduisant le stress et les tensions entre individus. Plusieurs variables ont été analysées pendant un an : les variations d'humeur, les stratégies d'adaptation

et la dynamique de groupe en relations dialectiques, ainsi que l'impact de l'aspect culturel et géographique. Les échelles utilisées étaient l'inventaire de dépression de Beck-II, l'inventaire de l'anxiété de Beck, le questionnaire d'adaptation COPE, le questionnaire sur le style des défenses DSQ40, le questionnaire de récupération et de stress RESTQ, des questionnaires sociaux et professionnels (échelle IGES ou *Intervention Group Environment Scale*), et le questionnaire sur le contenu de l'emploi JCQ [13].

Les questionnaires affectifs ont révélé une stabilité de l'humeur. Les questionnaires d'adaptation ont montré que les hivernants utilisaient une stratégie centrée sur les problèmes plutôt que sur les émotions, ce qui suggère qu'il y avait une tendance à utiliser des stratégies d'adaptation plus efficaces. On a noté des variations parmi les mécanismes de défense. En effet, les défenses matures étaient plus élevées en mai qu'en novembre, indiquant une baisse de l'adaptation psychologique au cours du dernier trimestre. Les défenses immatures n'ont, quant à elles, pas varié. La relation entre le stress et la récupération était stable. L'échelle JCQ a montré que le soutien social s'est réduit progressivement, de même que le soutien par les pairs et le soutien hiérarchique. Le soutien hiérarchique a diminué entre mars et septembre. On retrouvait aussi une corrélation entre les moyennes annuelles des questionnaires. Les résultats des questionnaires RESTQ, JCQ, DSQ40 et COPE mettent en relation les paramètres professionnels et sociaux sur la capacité des participants à faire face au stress. Dans cette étude, la latitude décisionnelle était positivement corrélée avec l'indice de récupération du stress et l'adaptation centrée sur les problèmes. De plus, les deux types de mécanismes de défense étaient positivement corrélés avec l'adaptation centrée sur les problèmes. Il y avait une association positive entre l'indice de rétablissement du stress et le soutien par les pairs. Enfin, le support hiérarchique était corrélé avec l'indice RESTQ suggérant que le soutien social et la capacité à gérer le stress peuvent jouer un rôle important dans la nuit polaire, le temps de l'isolement [13].

Les conditions extrêmes comme l'isolement ont un impact sur les variables psychosociales, notamment sur la diminution du soutien par les pairs et par la hiérarchie, et sur la défense mature. Les relations interpersonnelles sont particulièrement importantes. Cette étude ne montre pas nécessairement de conséquence pathogène. Néanmoins, les études se basant sur les questionnaires affectifs ne sont pas l'outil le plus précis, car les membres sont peu susceptibles d'exprimer leur émotion. De plus, la désirabilité sociale est élevée, bien que les questionnaires soient anonymes. Conformément aux études antérieures, il y avait une utilisation satisfaisante des stratégies d'adaptation, ce qui est attendu d'un échantillon expérimenté et très motivé. Cependant, malgré l'utilisation adéquate de stratégies d'adaptation, la défense mature a décliné. Il a été rapporté qu'un isolement prolongé avec un groupe réduit de personnes, combiné avec l'isolement de la famille et des amis, a un effet néfaste sur les relations interpersonnelles. La saisonnalité ne semblait pas jouer un rôle essentiel dans les relations sociales. En hiver, le sommeil est moindre, la fatigue accrue et il y a davantage de fluctuations d'humeur, mais la dynamique interpersonnelle n'est pas affectée. En outre, être sous pression au travail pourrait renforcer l'adaptation psychologique [13].

Alors que les mécanismes de défense se réfèrent à un processus psychologique inconscient, involontaire, automatique, et non conditionné, l'adaptation est, par définition, la preuve d'un effort conscient, volontaire et intentionnel. Les mécanismes de défense reflètent mieux les changements psychologiques des individus par opposition aux stratégies d'adaptation, qui sont des actions conscientes pouvant être affectées par des variables externes. De plus, la dynamique interpersonnelle est la principale source de stress. Elle est influencée par l'environnement et l'isolement. On retrouve, par exemple, un phénomène de 3<sup>e</sup> quart avec l'apparition de difficultés psychologiques et interpersonnelles. Cependant, certains auteurs n'ont constaté aucun changement dans le climat social perçu tout au long des expéditions, soulignant le rôle décisif des facteurs motivationnels et sociaux dans les relations interpersonnelles [13].

Cette étude présente des limites, parmi lesquelles : la taille réduite de l'échantillon, l'absence de mesure objective pour compléter les mesures subjectives, et l'absence de groupe témoin sur le continent. Il aurait été utile d'évaluer l'aspect positif avec l'échelle *Positive And Negative Affectivity Scale* (PANAS)

pour compléter les instruments d'évaluation des effets négatifs et étudier l'interaction entre émotion positive et dynamique de groupe. Il est nécessaire de mettre en œuvre des stratégies efficaces visant à améliorer les relations interpersonnelles comme moyen de mieux s'adapter aux demandes de l'Antarctique [13].

L'empathie entre les partenaires, la motivation suscitée par des événements spéciaux, et le soutien familial sont quelques-uns des facteurs susceptibles d'améliorer les relations sociales. La diminution du soutien social peut être attribuée à la monotonie de l'environnement, au manque d'intimité, à l'absence de nouvelles personnes avec lesquelles interagir et à la faible différenciation entre travail et loisirs. Le soutien social est reconnu comme un facteur prédictif de meilleurs résultats en termes de santé. Des mauvaises relations peuvent entraîner des problèmes pathologiques et une détérioration de l'image de soi. Du fait de l'isolement de la famille et des potentiels problèmes ne pouvant être résolus à distance, le soutien des pairs et de la hiérarchie peut favoriser une meilleure adaptation. Il convient de promouvoir des relations saines entre les pairs et les leaders pour prévenir le stress accru. Ainsi, nous repérons l'importance de la dynamique sociale sur les mécanismes de défense individuels [13].

En outre, les styles d'adaptation habituels pourraient jouer un rôle plus important dans l'adaptation réussie à la vie sous-marine que certains traits de personnalité. Des études menées auprès de membres d'équipage de sous-marins norvégiens ont révélé que des facteurs tels que l'orientation interpersonnelle élevée (c'est-à-dire la préférence pour l'interaction sociale), la motivation et les stratégies d'adaptation habituelles étaient des prédicteurs de l'adaptation pendant de longues missions stressantes [31].

#### Relation dépression-adaptation

L'isolement peut avoir une influence sur les symptômes dépressifs, la personnalité et les ressources nécessaires à l'adaptation. Une étude portant sur 121 membres du programme antarctique américain en 1988-1989 a révélé une augmentation significative des symptômes dépressifs, de l'utilisation de l'évitement et de la décharge émotionnelle comme méthodes d'adaptation au cours de l'hiver austral. À T0 (début de l'année), les symptômes dépressifs étaient directement associés à des événements de vie négatifs et au stress lié au travail, à l'évitement et à la décharge émotionnelle comme méthodes d'adaptation, et inversement associés à la confiance en soi et à la satisfaction à l'égard du soutien social. À T1 (fin de l'année), les symptômes dépressifs étaient directement associés à des événements de vie négatifs. Les stratégies d'évitement, d'adaptation active-cognitive et active-comportementale, la recherche d'informations, la régulation affective et la décharge émotionnelle étaient des stratégies d'adaptation. Les symptômes dépressifs de T1 étaient inversement associés aux mesures de la confiance en soi et de la satisfaction à l'égard du soutien social à cette même période [33].

En revanche, il n'y avait aucune interaction significative entre les caractéristiques sociales, démographiques et les variables psychosociales en tant que facteurs prédictifs indépendants des symptômes dépressifs. Effectivement, il n'y avait pas de prédicteur indépendant significatif des symptômes dépressifs à T1 parmi les caractéristiques sociodémographiques et les mesures d'autres facteurs de stress de la vie, les caractéristiques de la personnalité, les stratégies d'adaptation et les ressources sociales. Cette étude révèle une augmentation significative des symptômes dépressifs après l'hiver austral et une augmentation de l'utilisation de l'évitement et de la décharge émotionnelle comme stratégies d'adaptation. Ces résultats soulèvent la question de savoir si l'augmentation des symptômes dépressifs, après une exposition prolongée dans un environnement extrême, est liée à des changements dans les schémas de gestion du stress. L'autre mécanisme potentiel par lequel l'environnement influence la relation dépression-adaptation est le manque de ressources nécessaires pour utiliser certaines stratégies d'adaptation. En effet, les sources de soutien social sur lesquelles on s'appuie habituellement pour faire face à des circonstances stressantes sont restreintes (par exemple, les appels téléphoniques n'étaient disponibles dans cette étude que 15 minutes, occasionnellement, par satellite en Antarctique).



De ce fait, il semble que les relations entre les caractéristiques psychologiques, les ressources sociales, les stratégies d'adaptation et les symptômes dépressifs sont influencées par la nature du stress et du contexte environnemental auxquels les individus sont exposés [33].

### **Caractéristiques individuelles et adaptation**

#### Styles d'attachement et réponses psycho-neuro-endocriniennes

L'adaptation individuelle dépend de nombreux facteurs englobant des traits de personnalité psychologiques et des prédispositions biologiques comme la réactivité endocrinienne et ses mécanismes moléculaires sous-jacents. Une vision positive de soi et des autres (style d'attachement sécure, SAS) a été proposée pour promouvoir la résilience individuelle dans des conditions environnementales extrêmes. Une étude longitudinale portant sur 13 volontaires sains français, italiens, suisses et britanniques confinés et isolés pendant 12 mois dans la station antarctique Concordia a permis d'étudier le style d'attachement, les fluctuations diurnes de la réactivité au stress endocrinien et le profilage d'expression transcriptomique. Le style d'attachement a été évalué à partir de l'échelle *Experiences in Close Relationship Scale*, qui cote l'anxiété et l'évitement liés à l'attachement. Le bien-être psychologique a été évalué avec l'échelle PANAS qui cote l'anxiété basale et l'humeur positive et négative. Le style d'attachement insécure (SAI) était corrélé avec une humeur négative. Les personnes insécures étaient également plus préoccupées par les conflits potentiels au sein du groupe. Que ce soit un mois ou cinq mois après leur arrivée, les personnes sécures présentaient des concentrations salivaires significativement plus faibles par rapport aux personnes avec un SAI un mois après leur arrivée. Le profilage de l'expression génique a révélé des modifications concernant 10 gènes du rythme circadien (*DYRK1A*, *FAS*, *FBXL3*, *NR1D2*, *NR1P1*, *PPP1CB*, *PRKAA1*, *PRNP*, *SIRT1*, *UBE3A*), et ceux impliqués dans la fonction mitochondriale, dans la fonction ribosomique (assurant la synthèse des protéines), et dans l'hyperactivation de la réponse immunitaire [36].

L'altération de la fonction mitochondriale peut refléter l'adaptation individuelle à l'hypoxie prolongée. Par ailleurs, le stress hypoxique prolongé élève l'hémoglobine sanguine, la pression partielle de dioxyde de carbone et la saturation artérielle en oxygène. Les mitochondries ont un rôle dans la voie des catécholamines et des glucocorticoïdes, et exercent des effets profonds sur les mécanismes qui sous-tendent les réponses adaptatives, à court et à long terme, face aux contraintes physiques et psychologiques. Les mitochondries médient des fonctions corporelles telles que les cycles veille-sommeil, l'appétit, les processus cognitifs de mémoire et d'attention, ainsi que le comportement social [36].

Le nombre total de gènes exprimés différemment augmentait et celui-ci était particulièrement plus élevé chez les personnes avec un SAI, ce qui renforce l'idée selon laquelle le style d'attachement sécure est associé à la résilience. De plus, les valeurs indiquaient que les sujets SAI ne s'étaient pas complètement remis de leur hivernage contrairement à ceux avec le style sécure. L'augmentation des concentrations salivaires de cortisol n'était significative que dans le groupe SAI. Ainsi, les individus attachés de manière sécure ont une résilience accrue en conditions extrêmes qui peut être inscrite dans des substrats moléculaires identifiables. Il est important de noter que 5 mois plus tard, le taux de cortisol était revenu identique à celui de départ, ce qui suggère que les effets de la mission sur les hormones liées au stress étaient transitoires. Ces résultats montrent que le confinement et l'isolement affectent significativement, mais transitoirement les variables endocriniennes et psychométriques, et qu'un SAS en atténue considérablement les conséquences. La sensibilité moindre dans l'expression différentielle des gènes chez les sujets SAS peut représenter l'empreinte moléculaire de leur résilience psycho-neuro-endocrinienne [36].

Bien que de nombreux astronautes soient des enfants aînés, les effets de facteurs démographiques sur les performances en vol n'ont pas été étudiés de manière approfondie [17].

L'importance de la motivation professionnelle a été observée dans une étude concernant les problèmes de santé mentale en Antarctique de 1964 à 1966. Il a été constaté que le personnel militaire présentait plus de symptômes de détresse que les scientifiques civils au cours des longs mois d'hiver. L'insomnie a augmenté de 28 %, l'hostilité de 39 % et la dépression de 15 % chez les marins. Les scientifiques ont manifesté une augmentation de 4 % de l'insomnie, de 21 % de l'hostilité et une diminution de 2 % des symptômes dépressifs. L'explication des résultats de cette étude était que les scientifiques étaient motivés pour effectuer des activités liées au travail (mener des expériences, rédiger des rapports scientifiques), alors que les militaires n'avaient pas grand-chose à faire pendant la période d'hivernage et réagissaient avec ennui et tension interpersonnelle [10] [17]. Il faut noter que les scientifiques ont généralement un niveau éducatif élevé, tandis que les militaires sont un groupe inhomogène en matière de qualifications, ce qui peut influencer sur l'expression de symptômes comme l'insomnie.

Les loisirs qui étaient prédictifs de l'ajustement émotionnel variaient entre les militaires et les civils. Cependant, les individus émotionnellement stables des deux groupes avaient tendance à avoir des affects neutres - ils n'avaient ni aversion ni attirance excessive - à l'égard de nombreuses activités récréatives populaires (comme la musique, les films, la photographie, les jeux de cartes, le bowling ou encore le mini-golf). Les différences dans les réponses émotionnelles peuvent probablement être attribuées à des changements dans l'estime de soi et le statut, qui sont liés à l'importance perçue de son travail. Cette relation est suggérée par le fait que les scores reflétant le sentiment « d'utilité » sont restés inchangés pour le personnel civil durant l'hiver, mais qu'ils ont diminué au cours de l'hiver pour les marins. Les militaires ayant manifesté la plus grande diminution du sentiment d'utilité ont également signalé la plupart des symptômes émotionnels à la fin de l'hiver. Il se peut que ces militaires aient eu une dépendance relative vis-à-vis de certaines récompenses immédiates et une déception de l'hivernage. En outre, les opérateurs de communication radio et le personnel médical semblaient particulièrement vulnérables aux problèmes émotionnels et motivationnels. Probablement parce que les opérateurs étaient isolés des autres membres du groupe une grande partie du temps et parce que le personnel soignant était peu sollicité pendant la période hivernale [25].

D'autres auteurs ont identifié plusieurs facteurs de risque enracinés dans des caractéristiques sociodémographiques comme l'âge, l'éducation et le statut professionnel [18]. Les variables démographiques comme le sexe ou l'état matrimonial influent aussi sur le risque d'incidence de maladies comme la dépression en Antarctique [24]. De plus, la motivation professionnelle s'est avérée être un facteur important lors des expéditions en Antarctique et les personnes capables d'utiliser du temps libre pour réaliser des projets liés au travail éprouvent moins de problèmes psychologiques pendant la période d'hivernage [10]. Enfin, les personnes plutôt âgées, de classe moyenne ou moyenne supérieure présentaient moins de plaintes émotionnelles et physiques. L'âge et l'expérience antérieure en milieu polaire étaient les meilleurs prédicteurs de l'adaptation [29].

#### Traits de personnalité favorables et défavorables

Dans l'espace, une étude de la personnalité s'appuyant sur le modèle *Big Five*, a montré que les astronautes idéaux avaient un faible niveau de névrosisme (soit une stabilité émotionnelle élevée) et une grande amabilité. D'autres facteurs de personnalité, parmi lesquels la conscienciosité, l'ouverture à l'expérience et l'extraversion avaient des résultats contradictoires [14].

En Antarctique, trois facteurs protecteurs du syndrome mental d'hivernage ont été identifiés : la stabilité émotionnelle, la compétence fonctionnelle (dans la réalisation des tâches) et la compatibilité sociale.

Les personnes introverties ont moins de problèmes émotionnels durant l'hiver, mais les personnes extraverties et plus centrées sur le groupe sont moins susceptibles d'être hospitalisées après la mission. Les indicateurs négatifs de l'adaptation sont : les antécédents d'absentéisme ou de délinquance, l'agressivité, l'impulsivité, l'excitabilité et un fort besoin de réaliser de grandes choses [29]. D'autres auteurs ont identifié comme facteurs de risque des traits de personnalité tels l'extraversion et le névrosisme [18]. De plus, les effets négatifs ou positifs des caractéristiques de la personnalité comme des besoins élevés en matière de réussite ou de forts besoins affectifs sont renforcés par les exigences du rôle et les limitations environnementales (par exemple, un cuisinier sociable et grégaire sera plus adapté qu'un opérateur radio aux mêmes caractéristiques). L'adaptation émotionnelle dépend de manière importante du travail de l'individu dans la station et de la pertinence de ses besoins psychologiques, de ses traits de personnalité et de ses intérêts récréatifs [25].

Une étude de 1970 portant sur 9 hommes, au cours d'une année en Antarctique, a enregistré les variations d'humeurs (auto-questionnaire évaluant 14 humeurs) en lien avec les traits de personnalité (via le questionnaire *Hysteroïd-Obsessoïd Questionnaire*) et l'excrétion urinaire d'un métabolite des catécholamines : l'acide 3-méthoxy-4-hydroxymandélique (ou acide vanillylmandélique, VMA). Il semble exister une relation entre l'excrétion des catécholamines et les émotions de peur et de colère. Le VMA était excrété en plus grande quantité en hiver, probablement en réponse au froid. Son niveau était plus le bas la nuit et plus élevé en fin d'après-midi. L'augmentation des humeurs « stimulantes » (les humeurs « désagréables » comme l'ennui, la colère étant quasiment toutes des humeurs stimulantes) de l'automne à l'hiver s'explique par le fait que la reconnaissance de l'ennui a augmenté. Au cours de l'été, bien que le nombre d'humeurs « stimulantes » soit resté presque identique, la reconnaissance de l'ennui a diminué et la reconnaissance de l'excitation a augmenté. Il y avait une tendance pour les sujets avec des traits obsessionnels à reconnaître un plus grand nombre de ces émotions et à excréter plus de VMA. Ainsi, les personnes avec des traits obsessionnels avaient tendance à éprouver des humeurs plus désagréables que les sujets aux traits hystériques et développaient une réponse physiologique plus importante à ces humeurs en excrétaant davantage de VMA. Ces résultats sont cohérents avec la relation introversion et anxiété des individus aux traits obsessionnels. Ces derniers sont plus enclins à expérimenter de l'anxiété en réponse aux stimuli environnementaux. Il convient de noter que les sujets aux traits hystériques étaient en moyenne plus lourds et que le retard d'excrétion de VMA, par rapport à la sécrétion de catécholamines, peut biaiser ces résultats. Toutefois, les humeurs agréables étaient douze fois plus fréquentes que les humeurs désagréables [37].

Une étude de 1991 à 1993 portant sur 1103 sous-mariniérs a étudié les caractéristiques de personnalité des personnes ayant réussi professionnellement. L'étude utilisait le questionnaire auto-déclaratif de personnalité non-adaptative et adaptative (SNAP) et le *Minnesota Multiphasic Personality Inventory* (MMPI). Les individus étaient globalement dans les normes, mais trois traits étaient saillants [38] :

- Le détachement. Ces personnes peuvent avoir une attitude distante, avoir peu d'émotion forte.
- La bienséance. L'individu se préoccupe des normes de conduite appropriées pour soi-même et la communauté, se sent offensé quand d'autres violent les règles sociales.
- Et le fait d'être un bourreau de travail. Ce sont des personnes perfectionnistes, qui placent le travail au-dessus de tout, et négligent leurs amis et leur famille pour le faire.

Dans cette étude, 37 % des sous-mariniérs ont dépassé le seuil clinique pour le diagnostic de trouble de la personnalité. Seulement 6 % d'entre eux dépassaient le seuil sur plus d'une échelle diagnostique. Les troubles de la personnalité les plus fréquents étaient : la personnalité antisociale (15%), obsessionnelle-compulsive (9%) et évitante (8%). Le détachement, la bienséance et être un bourreau de travail étaient contextuellement des caractéristiques appropriées aux exigences de l'environnement [38].

Les personnalités antisociales étaient compatibles, car elles ont la capacité à avoir peu peur et aiment prendre des risques. Elles jouissent de l'exercice du pouvoir et de l'autorité sur leurs subordonnés. Cela

n'était pas incompatible avec la bienséance. Ainsi, les traits de mépris des droits et l'hostilité dans les relations sont moins susceptibles de se manifester dans ce groupe [38].

Les personnalités obsessionnelles-compulsives se préoccupent de l'ordre et du contrôle. Ce sont des perfectionnistes. Compte tenu de la complexité des systèmes nucléaires, de communication, d'armement, des systèmes de navigation et du conditionnement de l'air, cette attention extrême aux détails peut sauver des vies et être fortement récompensée. Il pourrait s'agir d'un trait adaptatif [38].

Les personnalités évitantes sont inhibées socialement. Elles ressentent un sentiment d'insuffisance et une hypersensibilité à l'évaluation négative. On ne comprend pas pourquoi ce type de personnalité, souvent inadapté, est si représenté parmi le personnel qui a réussi. Il se peut que les traits obsessionnels et « bourreaux de travail » soient motivés par la peur d'une évaluation négative. De plus, l'isolement social de la vie sous-marine peut atténuer les craintes des situations sociales de rejet potentiel. Bien que répondant techniquement aux critères d'un trouble, il est probable que ces personnes soient faiblement situées sur le spectre de gravité. Cela serait conforme aux modèles de personnalité qui considèrent la personnalité comme un continuum avec des troubles. Il est donc intéressant d'utiliser des tests psychométriques pour sélectionner les profils de personnalités adaptatives selon le milieu [38]. Toutefois, ces résultats sont à nuancer puisque les facteurs de personnalité semblent avoir un faible caractère prédictif de développement de troubles psychiques [29].

### **Les symptômes diffus et aspécifiques**

#### Épidémiologie et typologie

Sur la base d'études en Antarctique et en milieu sous-marin, Rohrer a décrit trois étapes de réactions aux conditions d'isolement et de confinement applicables à l'espace. La première est celle d'anxiété accrue qui se produit les premiers jours de la mission du fait de la nouveauté de la situation. Le degré d'anxiété est lié au danger perçu. C'est au cours de cette phase que les épisodes psychotiques sont plus susceptibles de se produire. La deuxième étape est celle de l'augmentation progressive de l'ennui, du mal du pays et des symptômes dépressifs. Ces phénomènes sont ceux qui durent le plus longtemps. Ils se produisent durant la longue phase centrale et monotone de la mission, lorsque les membres sont installés et commencent leurs tâches routinières. Au cours de la deuxième étape, l'asthénie est la plus susceptible de se produire. Elle est caractérisée par une hypersensibilité, une labilité émotionnelle, une irritabilité, une hypoactivité, des symptômes psychosomatiques, des troubles du sommeil et une hyporexie [10]. L'étape finale est la période d'anticipation de fin de la mission. Elle a lieu juste avant la fin de la mission et se caractérise par l'anticipation et des comportements immatures, des états hypomanes et une exacerbation de l'agressivité et de l'hostilité [10] [17].

Les éléments de ces trois étapes ont été observés au cours des missions spatiales russes Saliout. Trois jours après le début des 211 jours de sa mission sur Saliout 7 en 1982, un cosmonaute s'est plaint de céphalées de tension. Quatre mois plus tard, il a écrit dans son journal intime qu'il commençait à avoir des difficultés à s'endormir, qu'il « mentait comme une adolescente », qu'il pensait à différentes choses et se remémorait la maison. Il s'endormait vers 2 heures du matin, après avoir lu le journal qu'il avait déjà lu dix fois auparavant [17].

Contrairement aux problèmes psychologiques qui se rapportent aux réponses normales des personnes dans ces environnements inhabituels, les problèmes psychiatriques se rapportent aux réponses anormales. Bien que des décompensations sévères anxieuses, dépressives et psychotiques n'aient pas été signalées dans l'espace, elles se sont produites lors de missions antarctiques et sous-marines [10]. Dans l'espace, une urgence pourrait engendrer un stress bref et relativement bénin, ou bien provoquer des troubles comme un trouble de stress post-traumatique (TSPT) ou d'autres troubles comorbides tels une dépression majeure ou un trouble anxieux généralisé [14].

Au cours de 89 missions de la navette spatiale (1981-1998), 34 symptômes comportementaux ont été répertoriés chez 208 membres d'équipage. Sur un total de plus de 4 400 jours-personnes dans l'espace, ces constatations représentaient un taux d'incidence de 0,11 pour 14 jours, soit 2,87 par personne-année. Parmi les symptômes signalés, la plupart étaient l'anxiété et l'irritabilité. Deux des sept astronautes de la NASA (29 %) qui sont allés dans la station russe Mir (1995-1998) ont signalé des symptômes dépressifs, c'est-à-dire une incidence de 0,77 par personne-année. Parmi les 45 astronautes de la NASA ayant effectué 41 missions à bord de l'ISS (2000-2014), un seul évènement comportemental (la mort inattendue d'un parent d'astronaute) a été jugé suffisamment grave pour avoir une incidence potentielle sur la mission. Les données dérivées des notes des médecins de vol ou des médecins en chef pendant les missions de la navette spatiale, comprenant plus de 28 personnes-années de vols spatiaux, ont documenté 24 cas d'anxiété, soit un taux d'incidence de 0,832 cas par personne-année. Les mêmes données montraient que quatre astronautes souffraient de symptômes dépressifs (0,139 par personne-année) [39].

L'Antarctique a été utilisé comme un laboratoire psychologique depuis les premières expéditions polaires de Shackleton, Scott et Amundsen (cf. figure 6) [22]. De tous temps, les explorateurs ont porté une attention particulière à la santé mentale. L'amiral Byrd aurait emporté deux cercueils et une douzaine de camisoles. Cette précaution pessimiste s'est toutefois avérée inutile [29] [32]. La mortalité en Antarctique de 1898 à 1958 était de 26,7/1000 et de 1961 à 1962 de 1,5/1000. Les causes de décès ou blessures étaient des accidents d'aéronefs et de véhicules à moteur, des noyades, des brûlures, l'exposition au froid et les chutes [25].



Figure 6 : L'explorateur norvégien Roald Amundsen.

© Pixabay

Dès l'âge héroïque de l'exploration antarctique (1895-1922), des réactions au stress, des décompensations psychotiques et des suicides se sont produits pendant ou après les expéditions. La maladie psychiatrique était cachée ou le diagnostic psychiatrique pouvait servir à congédier un individu. Les réactions au stress décrites étaient des états de confusion ou des troubles cardiaques [40]. Lors des

premières expéditions polaires, il n'était pas rare qu'au moins un membre souffre de dépression, d'anxiété, de paranoïa, d'alcoolisme ou de troubles du sommeil. Souvent, tout l'équipage éprouvait de la mélancolie et de la dépression, comme ce fut le cas lors de l'expédition Belgica en Antarctique en 1898-1899. J. Cook a tenté de traiter ces symptômes en faisant assoir les membres d'équipage devant de grands feux flamboyants. Ce « traitement de cuisson », comme il l'appelait, pourrait être la première tentative enregistrée d'utiliser la luminothérapie pour traiter les symptômes de la dépression hivernale ou du trouble affectif saisonnier [18]. Evans a estimé que 13 % des membres de son expédition étaient « mentalement dérangés ». Parmi les cas rapportés, Apsley Cherry-Garrard présentait un trouble conversif et dépressif. Il souffrait d'une hémiplégie conversive du côté droit. De plus, un opérateur radio d'une expédition australienne de 1911 à 1914 souffrait de paranoïa, il pensait que les gens racontaient des choses à son sujet et essayaient de le tuer. Il était aussi convaincu d'avoir une maladie vénérienne. Plusieurs autres cas d'hystérie, de paranoïa, mais aussi de mélancolie et de catatonie ont été décrits. Six personnes sur 375 se sont suicidées, ce fut le cas de Lawrence Oates, sorti dans le blizzard pour permettre à ses collègues de poursuivre le voyage. Des cas d'ivresse ont été décrits mais il ne semblait pas y avoir d'abus d'alcool prolongé puisque l'approvisionnement sur les navires d'exploration était limité [40]. Il y a peu de preuves que la maladie mentale était directement causée par l'expédition même si elle semblait en être un facteur contributif. Des états de stress post-traumatique, la carence en vitamines et la perte des dents, ou encore la syphilis pouvaient également être comorbides de troubles psychiatriques. Des symptômes mineurs de fatigue, de motivation réduite, de somnolence, d'irritabilité et de sociabilité réduite étaient fréquents. Il semble y avoir un spectre de gravité où l'extrémité la plus grave est composée de syndromes spécifiques comme le trouble affectif saisonnier [40].

En 1961 et 1962, le taux d'hospitalisation pour troubles psychiatriques chez les hivernants était de 1 % par an. Le personnel militaire avait une incidence de troubles psychiatriques de 3 % chaque année, bien que la plupart aient été détectés uniquement en ambulatoire. Même si la santé du personnel en Antarctique est généralement bonne, le risque de blessure ou de trouble psychiatrique est un peu plus élevé pour les militaires que pour les civils [25]. Une étude de 1963 a révélé que le taux de troubles psychiatriques parmi le personnel de la Marine en Antarctique était trois fois supérieur à celui d'un groupe comparable de la Marine affecté aux navires de surface [18] [33]. De plus, une étude portant sur le personnel hivernant à la station McMurdo en 1977 a révélé que le sentiment d'isolement et les problèmes de réajustement pouvaient perdurer pendant un an après leur retour aux États-Unis [33].

Actuellement, les effets psychologiques ressentis par les personnes participant à des expéditions polaires peuvent être classés comme des symptômes, des syndromes, des troubles et des effets positifs. Environ 5 % des personnes en expédition polaire répondent aux critères du DSM-IV ou de la CIM pour les troubles psychiatriques [18] [22]. Des stations de recherche polaire ont parfois signalé des symptômes de dépression, d'insomnie, d'irritabilité ou de colère, d'anxiété, de fatigue et de diminution des performances cognitives [16]. D'autres stations ont rapporté de l'ennui, une motivation réduite avec inertie intellectuelle, une inattention à l'hygiène personnelle, une augmentation de l'appétit avec prise de poids, des troubles gastro-intestinaux, des maux de tête, des douleurs rhumatismales, ainsi qu'une sensibilité accrue aux stimuli physiques et sociaux, des conflits interpersonnels, un sentiment de solitude, des critiques des autres membres, un complexe de supériorité, des problèmes d'adaptation individuels, des troubles de la concentration et un ralentissement psychomoteur [18] [21]. Les affections les plus fréquentes sont les troubles de l'humeur et du sommeil [22]. Globalement, l'anxiété était peu signalée [23]. Ces symptômes subjectifs diffus d'ordre émotionnel, affectif et somatique ressemblent aux symptômes observés lors des simulations de privation sensorielle et peuvent être délétères sur la motivation et l'ajustement social nécessaires à la solidarité et à l'harmonie du groupe. Le soutien mutuel semble particulièrement essentiel [23].

De 1994 à 1997, les comptes rendus psychiatriques effectués à la fin de l'hiver antarctique ont montré que 5,2 % des membres éprouvaient des symptômes répondant aux critères d'au moins un trouble répertorié dans le DSM-IV [16] [18] [39]. 220 hommes et 93 femmes des stations américaines McMurdo

et South Pole ont passé les échelles *Structured Interview Guide for the Hamilton Depression Inventory – Seasonal Affective Disorder version* (SIGH-SAD), *MMPI*, *16-Personality Factor Test* (16-PF) et *Michigan Alcoholism Screening Test* (MAST) [41]. Les troubles de l'humeur étaient les plus fréquents et représentaient 30,2 % des diagnostics, suivis des troubles de l'adaptation (27,9 %), des troubles du sommeil (20,9 %), des troubles de la personnalité (11,6 %) et des troubles liés aux substances (9,3 %). Les symptômes dépressifs étaient associés significativement au groupe professionnel militaire (3,7 fois plus que les civils) et au sexe féminin. Les scores sur la sous-échelle du trouble affectif saisonnier (TAS) de la SIGH-SAD étaient associés à un faible niveau scolaire et à un manque d'expérience de l'hivernage. Il faut noter que l'incidence de 5,2 % a tenu compte du faible taux de participation chez les civils. L'échec relatif de ce dépistage est suggéré par le fait que les troubles de la personnalité se manifestent souvent tôt et que les procédures de dépistage de troubles liés aux substances basées sur l'auto-déclaration sont peu fiables. Une autre hypothèse est que ces troubles sont de nature saisonnière. Les troubles de l'humeur et du sommeil de cette population peuvent indiquer la présence d'un TAS et d'un TAS sous-syndromique. De plus, les TAS étaient plus fréquents à bord de la station McMurdo qu'ils ne l'étaient à South Pole. Cette différence suggère que des facteurs autres que l'environnement physique difficile expliquent l'incidence des troubles psychiatriques en Antarctique, notamment l'isolement prolongé, la séparation de la famille et des amis, et les contacts avec un groupe relativement restreint d'individus. Ces facteurs peuvent être suffisamment stressants pour précipiter l'apparition d'un trouble de l'humeur ou de l'adaptation et peuvent exacerber un trouble préexistant comme un trouble de la personnalité ou des troubles liés aux substances. Le fait que ces symptômes varient considérablement d'une année à l'autre fournit une preuve supplémentaire que l'environnement social peut être un déterminant plus intense que l'environnement physique dans le développement des troubles psychiques. La structure organisationnelle des militaires peut être moins adaptée que la structure civile pour assurer l'indépendance et l'autonomie nécessaires pour faire face aux conditions. L'incidence pondérée de 5,2 % de cette étude est comparable à la prévalence de 6 % de symptômes dépressifs relatée dans une étude antérieure. De plus, il est possible que les différences individuelles entre les cliniciens, dans l'attribution des diagnostics, expliquent les différences entre l'année et la station. Parmi les symptômes figuraient aussi des symptômes somatiques (maux de tête, troubles gastro-intestinaux, fatigue), de troubles du sommeil (perte du sommeil paradoxal et à ondes lentes), des troubles cognitifs (vigilance, mémoire, attention, raisonnement, état d'absence ou *Antarctic stare*), des affects négatifs (humeur dépressive, anxiété, irritabilité, colère) et des facteurs de stress interpersonnels. Ce regroupement de symptômes a été nommé « syndrome mental d'hivernage » (*winter-over syndrome*) et a été qualifié de syndrome subclinique, comme peut l'être la dépression subclinique [39] [41].

Une autre étude de 1988 a constaté qu'environ 12 % du personnel français en Antarctique présentait diverses formes d'inadaptation aux conditions, mais seulement 1 % a reçu un diagnostic de troubles psychiatriques comme des réactions psychotiques ou névrotiques graves [24] [29]. Bien que ces troubles soient courants chez les hivernants polaires, ils conduisent rarement à une intervention clinique. La compréhension des exigences psychologiques en Antarctique est d'une grande importance dans la prévention et dans le traitement de la morbidité et de la mortalité liées à une mauvaise adaptation psychosociale et neurocomportementale à cet environnement extrême et inhabituel [18].

Sur les sous-marins, les troubles psychiques sont le plus souvent réactionnels et se manifestent par des troubles anxieux, des troubles du sommeil et des troubles des conduites sans gravité. Parfois, il y a des décompensations de syndromes dépressifs ou psychotiques [26] [27]. La première étude s'intéressant à la santé mentale des sous-marins date des années 1940. 800 membres d'équipage ont été examinés durant 16 mois en 1943 et 1944. Parmi eux, 71 sous-marins ont présenté des réactions anxieuses de « stress sous-marin » (taux annuel de 6,8 %) dont la moitié (3,4 %) a été adressée à un spécialiste de la neuropsychiatrie. Par la suite, 2,6 % étaient définitivement inaptes au service sur sous-marins, 2 % temporairement inaptes, le tiers restant avait été traité adéquatement et avait pu être réintégré [42].

En 1965, une étude a évalué la nature des perturbations émotionnelles chez les militaires embarqués sur les sous-marins nucléaires américains. Jusqu'alors, le taux faible de troubles psychiatriques était possiblement en lien avec un taux d'attrition élevé puisque les troubles portaient des étiquettes anodines comme « mal de mer chronique » ou « maladie des voies respiratoires ». Le transfert vers d'autres fonctions était salvateur pour ces sous-marinières. L'incidence des troubles psychiatriques dans cette population était de 3,8 %. Cette étude a montré que 18,6 % de ces hommes avaient eu un membre de leur famille hospitalisé en psychiatrie (le plus souvent la mère puis le frère ou la sœur), 22 % avaient eu un contact antérieur à leur mission avec la psychiatrie (12 % avaient eu une seule consultation, 5 % un traitement ambulatoire et 5 % avaient été hospitalisés en psychiatrie). Parmi les diagnostics, 8 % avaient présenté des réactions psychotiques (3 % des schizophrénies paranoïdes), 18 % des réactions du registre névrotique (dont 9 % de dépression et 7 % d'anxiété), 40 % répondaient aux critères de troubles de la personnalité (12 % psychopathiques, 8 % passives-agressives), le diagnostic d'alcoolisme était de 3 % et les réactions situationnelles de 10 %. Seuls 4 % des sous-marinières ont été adressés à une consultation psychiatrique à cette époque. Cette étude a montré l'importance de l'identification précoce des troubles émotionnels et de l'orientation vers une consultation psychiatrique [43].

Plus tard, des études ont rapporté une incidence de 5 % de troubles psychologiques ou psychiatriques (anxiété, dépression, psychose) [17] [26]. Les réactions les plus fréquentes étaient des réactions d'anxiété mineure se manifestant par des insomnies, des maux de tête ou des problèmes d'ordre somatique. Il était fréquent que ces réactions touchent des hommes entreprenant un projet de vie (comme un mariage, un divorce ou déménagement) peu après la patrouille. Ils pouvaient se sentir frustrés par le désir de commencer à anticiper le retour à terre. Parfois, cela était dû aux longues heures de travail. Plusieurs réactions dépressives avec anorexie et perte de poids ont été identifiées chez 2 membres. Le besoin de dépendance insatisfait chez ces individus fortement attachés à leur famille a été jugulé par du soutien, des anxiolytiques, des antidépresseurs et des hypnotiques [26].

De 1972 à 1983, les consultations de sous-marinières américains pour motifs psychiatriques ont diminué de 40 %. Cela a probablement un lien avec la fin du conflit en Asie du Sud-Est. Il y avait moins de conscrits et les volontaires étaient plus motivés et susceptibles de réussir dans des environnements hautement techniques. La sélection était rigoureuse via des tests de dépistage psychologiques, de traits de personnalité et de troubles psychiatriques. Les commandants et les médecins étaient sensibilisés pour identifier les membres présentant des vulnérabilités psychiatriques et les aiguiller vers une évaluation et un traitement en vue de leur maintien en service dans les sous-marins. Il est à noter que les troubles du comportement liés à la drogue et à l'alcool ont sensiblement diminué entre 1972 et 1983, mais que les diagnostics liés à l'alcool ont augmenté en 1974 et 1975 sans explication portant sur les individus et les opérations sous-marines. Les auteurs ont rapporté un possible biais diagnostique. Les taux étaient globalement faibles et comparables à ceux des marins embarqués dans les navires de surface [44].

### Affects négatifs

Les manifestations d'une dépression sont parfois subtiles, mais son impact peut être dévastateur lors d'une mission spatiale, en particulier si les missions s'allongent. Un point de rupture psychologique est atteint lorsqu'une personne n'est pas en mesure de contribuer de manière cohérente et efficace aux efforts de travail ou de maintenir des relations fonctionnelles de qualité. Lorsqu'une personne atteint ce point, il n'y a aucun moyen de prédire comment elle finira par réagir et par résoudre cette difficulté, ni comment les autres réagiront à la situation [28]. Bien que la peur des situations dangereuses et le sentiment de mal du pays aient été décrits par les astronautes et cosmonautes, les décompensations anxieuses, dépressives et psychotiques n'ont pas été rapportées dans la littérature américaine et soviétique. Une réaction de chagrin possible a peut-être été évitée au cours de la mission spatiale Saliout 6 de 96 jours, lorsqu'il a été décidé de retarder l'annonce à un cosmonaute de la mort de son père, jusqu'à



ce que la mission soit terminée. Cependant, des troubles psychiatriques sont survenus dans les études antarctiques et sous-marines [17].

Dans les années 1940, J. McHarg a étudié les affects négatifs en milieu sous-marin selon un abord psychodynamique. Pour lui, les facteurs physiques jouaient un rôle important dans l'apparition de troubles psychiques en milieu subaquatique (processus toxiques ou infectieux, états post-commotion cérébrale). Les contraintes spécifiques liées à l'environnement sont importantes et engendrent des états de stress généralement aigus et transitoires (du fait de la profondeur, de l'assiette). Les conditions exigües d'un sous-marin (cf. figure 7) rendent difficile de dissimuler les manifestations physiques de la tension et de la peur [42].



Figure 7 : Coursive d'un sous-marin.

© Unsplash

J. McHarg distinguait parmi les névroses d'angoisse : « les névroses de conflit » et « les névroses de peur ». Selon la conception psychodynamique, la névrose d'angoisse est « une réaction de personnalité disproportionnée en intensité ou en persistance par rapport aux circonstances environnementales » [42]. 3 types de stress ont été identifiés dans cette étude :

- Le « stress précoce » : caractérisé par de l'appréhension et une sensation de malaise. Le conflit ne survient que lorsque des instincts et des désirs contraires (comme l'esprit d'aventure et le désir d'accomplir sa tâche) sont en opposition à la peur. Le conflit n'est pas ressenti si la peur est décomplexée ou complètement inhibée.
- La « tension établie » se produit suite à un échec de l'inhibition – avec réémergence de la peur et donc du conflit -. Si l'inhibition n'est pas rapidement retrouvée, la peur prolongée et le conflit peuvent devenir anormalement sévères ou persistants. Un sous-groupe important a montré des phénomènes de conversion avec une réduction de l'inconfort subjectif. L'utilisation du terme « hystérie » a été évitée car, bien que les troubles dans ces cas aient montré un mécanisme

d'échappement dissociatif, les personnalités concernées étaient souvent étonnamment différentes de celles décrites comme « hystériques ». Le symptôme le plus courant était le mal de tête associé à un degré variable de claustrophobie.

- « L'anxiété avec épuisement » : un véritable épuisement se développe, généralement avec une dépression. Un cas de schizophrénie avec dépression a été recensé dans cette étude.

Les névroses d'importance pronostique plus sévère se sont produites le plus souvent durant la phase de « stress précoce », tandis que celles survenant dans les dernières phases (de « tension établie » et « d'anxiété avec épuisement ») avaient un meilleur pronostic pour le retour aux tâches sous-marines [42].

Une étude de 1963 a constaté que, bien que les cas de psychoses ou de névroses sévères soient rares dans les stations antarctiques, les troubles émotionnels mineurs étaient fréquents [24]. Les affects dépressifs sont un des symptômes les plus courants des expéditions polaires, suivis de près par l'anxiété et l'irritabilité. En 1989, dans la station antarctique américaine McMurdo, 62,1 % des résidents ont déclaré se sentir déprimés et 47,6 % ont déclaré se sentir plus irritables que d'habitude [18]. D'autres études ont retrouvé une augmentation des réactions anxieuses et dépressives entre le début et la fin de l'hiver, ainsi qu'une augmentation croissante des symptômes d'irritabilité, de tension, de suspicion et de comportements non coopératifs durant un an [17]. Enfin, une étude a montré que les variations saisonnières des symptômes dépressifs étaient plus liées à l'isolement qu'à l'absence de lumière. Les facteurs de risque les plus prédictifs de la dépression hivernale étaient des antécédents de dépression estivale et le statut marital (42 % de la variance), ainsi que des signes cliniques comme la tristesse, un sentiment de culpabilité, un sentiment d'abattement, des troubles de la concentration, des difficultés à prendre des décisions, être pessimiste, se sentir inadapté, avoir du ressentiment, penser à des choses désagréables, être irritable ou en colère, avoir besoin de réconfort, se sentir désolé ou avoir des plaintes somatiques [20].

En 1984, dans une cohorte de 12 hivernants, 3 membres ont démissionné prématurément. Ces derniers avaient des scores plus élevés sur l'échelle de dépression sévère. Un des membres démissionnaires présentait un état anxio-dépressif et était toujours traité un an après. Toutefois, il n'y avait pas d'effet d'hivernage pour ceux qui étaient restés ni de différence de résultats avec un groupe témoin lors des passations du questionnaire général de la santé (GHQ) [19]. Ces résultats sont à nuancer puisque d'autres expéditions polaires ne notent aucune augmentation des affects dépressifs [18].

#### *Troubles des fonctions perceptuelles*

Au cours d'une étude impliquant 54 astronautes et cosmonautes, il a été prouvé que les sensibilités perceptuelles auditives et visuelles sont augmentées dans l'environnement spatial, soutenant ainsi les rapports des missions Saliout 6 et Saliout 7 qui faisaient état d'une sensibilité accrue aux sons forts [10].

#### *Troubles des fonctions instinctuelles*

Les fonctions instinctuelles comprennent classiquement les troubles du sommeil, de l'appétit et de la libido. Dans les milieux ICE, ces troubles sont décrits.

Dans l'espace, les troubles du sommeil et la fatigue, ainsi que les perturbations des rythmes circadiens, sont parmi les facteurs les plus importants contribuant à l'altération du bien-être et de la performance [28]. Les problèmes de sommeil, tels que l'insomnie et les changements dans les cycles du sommeil, accompagnent souvent l'excitation qui a lieu au début ou à la fin d'une mission dans l'espace. Les

perturbations du sommeil peuvent également être liées à des symptômes dépressifs et à l'asthénie qui se manifestent parfois au milieu de ces missions de longue durée [10].

Les difficultés à s'endormir ou à rester endormi - voire les deux - sont caractéristiques des personnes participant aux expéditions polaires, en particulier au milieu de l'hiver. Ces troubles sont nommés *big eye* (« grands yeux ») en Antarctique. Une enquête de Palinkas a montré que 64,1 % des hivernants de la station McMurdo ont des difficultés à dormir en hiver. D'autres études ont enregistré des réductions considérables de la quantité de sommeil à ondes lentes et à mouvements oculaires rapides (REM) en Antarctique. Ces problèmes peuvent principalement être attribués à la perturbation des rythmes circadiens en été et en hiver, à l'exposition au froid et au stress psychosocial. Cependant, d'autres études n'ont noté aucun de ces changements. Toutefois, l'exposition croissante à l'obscurité totale, calculée sur la base de la latitude de la station, était significativement associée à un nombre total d'heures de sommeil diminué, à une durée plus courte des longues périodes de sommeil, à une heure plus tardive d'apparition du sommeil, et à une qualité de sommeil réduite [18].

Les insomnies n'ont lieu presque qu'en hiver. Dans une station néo-zélandaise, un club « le groupe *Big Eye* » accueillait les membres avec comme seule condition de souffrir d'insomnie. Les membres rejoignaient la salle commune pour lire, discuter et jouer aux cartes. Ces insomnies étaient liées à des facteurs tels le cumul des tensions individuelles et de groupe, la réduction des activités physiques en hiver, la luminosité sombre et la suggestibilité du groupe. Certains hommes épuisés se sentaient agités au moment de dormir. À ce moment-là, il pouvait y avoir un désir de stimuli avec un conflit entre le désir de dormir et le besoin d'action [32].

Concernant l'appétit, on remarque une augmentation moyenne de celui-ci en Antarctique. L'appétit est probablement renforcé du fait de tensions qui ne peuvent pas être facilement éliminées et d'un besoin de gratification de base. Le cuisinier peut jouir d'un certain prestige [32], et les gains de poids de 9 à 13,6 kg sont fréquents [29] [32]. En outre, la sexualité subit des variations. Il y a une légère augmentation des activités masturbatoires, des éjaculations nocturnes et des rêves sexuels. Cela se produit notamment en période de stress émotionnel personnel, d'inactivité relative ou en fin de mission. Il y a peu de rapports sexuels car le risque de perdre l'acceptation du groupe est trop grand [32]. Toutefois, certaines stations antarctiques font état de rapprochements intimes dissimulés. Il y a peu de recherche sur le sujet ou sur la question de la sexualité lors du retour à terre.

#### Consommation de substances

La consommation d'alcool varie, mais est parfois excessive [29]. Une étude portant sur 25 hommes d'une mission antarctique indienne de 1991 à 1993, a révélé que 84 % des membres ont consommé de l'alcool, mais que la consommation d'alcool n'a pas varié au fil des mois, ce qui contraste avec d'autres études. 40 % d'entre eux ne fumaient pas, mais les scores les plus élevés étaient en mars (premier mois d'isolement). On a constaté une diminution significative du tabagisme au fil des mois. D'autres études ont repéré une baisse des scores de tension-anxiété lors des mêmes périodes. L'augmentation du tabagisme peut être liée à l'augmentation de l'anxiété et de la tension décrite comme la réaction initiale à une situation difficile par un certain nombre d'auteurs. Entre 24 % et 80 % des sujets ont signalé des difficultés de sommeil, avec un maximum au milieu de l'hiver (juin), probablement du fait de l'adaptation physiologique aux longues nuits d'hiver. 28 % à 64 % ont déclaré une insatisfaction à l'égard de leur situation professionnelle ou de la vie, plus particulièrement au cours du dernier mois d'isolement (décembre). Ainsi, il existe des tendances temporelles dans les changements des composantes comportementales susceptibles d'affecter la performance. Enfin, les cultures orientales sont connues pour inhiber l'expression de l'hostilité, c'est pourquoi des études multiculturelles en Antarctique seraient pertinentes [24].

Dans une autre étude portant sur plusieurs stations antarctiques, la consommation d'alcool et de médicaments pour soulager les symptômes était peu signalée, à l'exception des membres d'une grande station (26 %) [23].

#### Inertie intellectuelle et altération cognitive

En Antarctique, plusieurs troubles ont été identifiés dès les années 1960, parmi lesquels l'inertie intellectuelle. Il s'agit d'un manque de curiosité intellectuelle sévère pendant l'hiver (c'est-à-dire après plusieurs mois d'isolement). Certains hivernants ont l'intention d'apprendre une langue, écrire des articles ou apprendre un instrument de musique. Ces activités sont rarement réalisées [32].

En outre, certaines études ont révélé des troubles mnésiques, de la concentration et de la vigilance en Antarctique. Ces troubles cognitifs étaient présents principalement en hiver. Quasiment un tiers des membres du camp étaient touchés. L'anergie était probablement liée à la « similitude » des mêmes milieux physiques, des mêmes relations, ainsi que de la réduction de la quantité et de la variété des stimulations sensorielles [32]. D'autres études ont rapporté une augmentation de la susceptibilité à la suggestion et à l'hypnose, et de l'incidence d'absences modérées. Ces symptômes ont été attribués à la fatigue, à l'absence de stimulation environnementale et aux effets neurocomportementaux de l'exposition au froid. Cependant, d'autres études n'ont enregistré aucune réduction des performances cognitives [18].

Il y a aussi eu des rapports d'astronautes rapportant des changements cognitifs nommés *space fog* (« brouillard spatial »). Une étude sur les jumeaux de la NASA, Mark et Scott Kelly, a révélé un certain déclin cognitif après la mission de Scott Kelly qui a duré un an dans la station spatiale internationale [16].

#### Symptômes psychosomatiques

Des symptômes psychosomatiques ont été décrits dans l'espace. Il s'agissait de céphalées, de plaintes gastro-intestinales et la crainte d'avoir des problèmes somatiques. Au cours de la mission de 175 jours Saliout 6 en 1979, un cosmonaute a écrit qu'il avait peur d'être atteint d'une crise d'appendicite et qu'il avait rêvé avoir mal aux dents. À son réveil, la douleur avait disparu [17]. De plus, la mission T-14 sur la station russe Saliout 7 a pris fin de façon urgente, après 65 jours en orbite terrestre, du fait des plaintes de fatigue et de symptômes génito-urinaires d'un cosmonaute. Ces symptômes avaient une composante psychosomatique. Des psychologues russes ont ensuite affirmé que cette mission avait pris fin en raison de « problèmes d'humeur et de performance ». En 1987, la mission de 174 jours, Soyouz TM-2 de la station Mir, a pris fin possiblement en raison de troubles psychiques au sein de l'équipage [39].

Des symptômes psychosomatiques ont également été signalés lors d'expéditions en Antarctique, de missions sous-marines ou de simulations terrestres [17]. En Antarctique, des hivernants se plaignent des céphalées : il s'agit probablement d'un phénomène d'agressivité contrôlée. La fréquence de maux de tête est très importante. On suppose une relation entre l'hostilité exprimée inadéquatement et les maux de tête. Cela touche davantage les officiers. De plus, les jurons sans émotion de colère ont une fonction tacite d'échange [32].

Sur le SNA USS Triton, 25 % des hommes ont signalé des maux de tête lors des 83 jours de la mission. Au cours de deux missions sur les sous-marins emportant des missiles balistiques Polaris, plusieurs hommes ont aussi signalé des maux de tête et des problèmes d'ordre somatique qui se sont amendés avec la réassurance [17]. Certains symptômes comme des somatisations peuvent être considérés comme des réponses à court terme pour faire face [29]. En effet, des symptômes psychosomatiques et des problèmes émotionnels peuvent être liés à l'étape de la mission [10].

## Troubles psychotiques

Les troubles psychotiques sont rares, mais néanmoins décrits dans les milieux ICE. En 1976, un équipage de la station spatiale russe Saliout 5 s'est plaint d'une forte odeur âcre désagréable. Les équipages suivants n'ont pas constaté cette odeur suggérant qu'il s'agissait peut-être d'une illusion collective. Un rapport de 2011 du service d'information russe de la Pravda semble indiquer que des hallucinations visuelles d'humanoïdes (*Angel-like*) à l'extérieur de la station ont été signalées en 1984 par l'équipage russe de la mission Soyouz T-10 sur la station Saliout 7. Ces symptômes ont été attribués à des toxines dans l'atmosphère de la station [39].

En Antarctique, les premières recherches sur la compréhension et la prévention des troubles psychocomportementaux liés à l'isolement et au confinement ont fait suite à divers incidents. En effet, un hivernant a développé un trouble schizo-affectif au cours de l'hiver [18] [21] et un conflit interpersonnel généralisé, précipité par un leadership médiocre, est survenu dans une autre station en 1957-1958 [18].

À bord des sous-marins, des décompensations psychotiques ont été décrites. En 1968, un sous-marinier a fait une crise de schizophrénie paranoïde aiguë à bord d'un sous-marin lanceur de missiles balistiques Polaris. Cette décompensation psychotique a eu lieu au bout de cinq semaines durant sa première patrouille. Le seul antécédent de ce sous-marinier était des migraines pendant 12 ans qui ne s'étaient plus manifestées depuis deux ans. Au cours de la mission, les premières migraines se sont révélées au bout de deux à trois semaines. À la fin de la cinquième semaine, il avait un comportement erratique, des propos incohérents et des hallucinations acoustico-verbales hostiles. Il a été relevé de ses fonctions de quart et traité par phénothiazine et barbiturique. Initialement, il était sous surveillance puis a été impliqué dans des activités avant d'être transféré à l'hôpital [26].

Enfin, lors du 25<sup>e</sup> jour d'une patrouille de sous-marin français, une rixe a éclaté dans laquelle un jeune second maître informaticien affirmait que l'on disait de lui qu'il était homosexuel. Il souffrait d'un syndrome délirant à thèmes de persécution et mystique, de mécanisme hallucinatoire, associé à des idées suicidaires. Un traitement par neuroleptique sédatif a nécessité de le garder de manière continue à l'infirmerie jusqu'au retour. Peu après la mi-patrouille, des rumeurs concernant sa mort ont surgi et seules les visites rendues à ce patient ont permis de rassurer l'équipage. Il a été hospitalisé à Brest où le diagnostic de schizophrénie a été posé [27].

La psychose peut être perturbatrice lors de telles missions, bien que les psychotropes et les interventions psychothérapeutiques actives aient empêché de tels épisodes d'interférer avec le succès de la mission [17].

## **Syndromes psychologiques et psychiatriques induits**

### Généralités

Des Américains résidant dans six stations de recherche antarctiques, au cours d'hivers entre 1963 et 1974, ont présenté une augmentation significative des symptômes au fur et à mesure que la saison hivernale avançait. 82 membres de la 11<sup>e</sup> expédition scientifique indienne en Antarctique ont signalé une augmentation significative du tabagisme en mars et des troubles du sommeil en juin, une réduction des relations avec les autres membres de l'équipage en septembre et une satisfaction à l'égard du travail et de la vie en décembre et en janvier. L'apparition saisonnière de symptômes comprenant un sommeil perturbé, une altération des capacités cognitives, des affects négatifs et des conflits interpersonnels suggère l'existence de trois syndromes polaires qui se chevauchent : le syndrome mental d'hivernage, le syndrome polaire T3 et le trouble affectif saisonnier sous-syndromique [16] [18]. D'autres syndromes

sont retrouvés dans l'espace (syndrome d'asthénisation psychique) et en milieu sous-marin (syndrome J-40 et *channel fever*). Ils seront décrits dans cette sous-partie.

### Syndrome d'asthénisation psychique

La « neurasthénie » a été décrite en 1800 par l'Américain Georges Beard. Elle est considérée comme un problème par les psychologues et les médecins des vols spatiaux russes de longue durée. Cependant, il existe des controverses quant à savoir si ce syndrome existe dans l'espace. Des symptômes psychosomatiques ont été rapportés sur Saliout et sur la station Mir. Dans son journal, un cosmonaute de Saliout 6 a décrit la peur d'avoir une crise d'appendicite dans l'espace et a ressenti une douleur dentaire après avoir rêvé d'une rage de dents. Un cosmonaute de Saliout 7 a vu sa mission se terminer prématurément du fait de la fatigue, de l'apathie et d'inquiétudes psychosomatiques concernant une éventuelle prostatite et la peur de l'impuissance. Un autre cosmonaute de la station Mir a éprouvé de la fatigue, des plaintes somatiques et des arythmies cardiaques en raison d'évènements stressants qui ont engendré un changement dans ses tâches professionnelles et ayant nécessité la prise de sédatifs. Des symptômes similaires ont été rapportés en Antarctique et dans les sous-marins. Des auteurs affirment que des éléments de l'asthénie comme la fatigue, une labilité émotionnelle et des troubles du sommeil sont observés chez des cosmonautes participant à des missions de plus de 4 mois. Ceux-ci perturberaient la performance, augmenteraient les conflits et entraîneraient des erreurs opérationnelles du fait de la fatigue cumulative. D'autres auteurs parlent d'une forme légère d'asthénie (nommée « hyposthénie ») à partir d'un à deux mois. Ces symptômes peuvent survenir dans des situations soudaines mettant la vie en danger ou lors d'épisodes de stress occasionnels [45].

Trois stades d'asthénie ont été décrits :

- L'hyperesthésie entraîne une augmentation de la sensibilité aux stimuli externes visuels et auditifs, et une instabilité émotionnelle.
- Le stade intermédiaire est caractérisé par une évolution de l'instabilité émotionnelle vers une fatigue plus prononcée, des réactions émotionnelles négatives et une somnolence.
- L'hypoesthésie avec une indifférence, une apathie, une fatigue constante, un état de passivité et un manque de capacité de travail [45].

En outre, des réactions comme l'irritabilité, la dysphorie et l'hypoactivité sont des composantes de réactions asthéniques qui ont été observées pendant les phases monotones des missions spatiales de longue durée [10].

Une étude observationnelle cas-témoins portant sur le programme Shuttle-Mir (cf. figure 8) a permis de comparer 13 astronautes (5 astronautes américains et 8 cosmonautes russes) à 58 personnes des centres de contrôle au sol (42 Américains et 16 Russes). Au cours de ces 5 missions américaines et de ces 4 missions russes, il convient de noter que les pannes étaient fréquentes sur les équipements vitaux (générateur d'oxygène, système de refroidissement). En outre, il y a eu 2 accidents mettant la vie en danger : un incendie et une collision avec un vaisseau de réapprovisionnement Progress. Le questionnaire « profil des états de l'humeur » a révélé que les scores des astronautes étaient inférieurs à ceux du personnel au sol et qu'il n'y avait pas de différence avant et après le décollage ni au cours des différentes phases de la mission. Cependant, le « profil des états de l'humeur » ne traite que des aspects émotionnels et non des aspects physiologiques (pression artérielle, fréquence cardiaque, caractéristiques du sommeil) ou des plaintes somatiques liées à l'asthénie (maux de tête, palpitations, transpiration excessive, troubles du sommeil). Les réponses des astronautes étaient peut-être plus adaptatives que celles des échantillons normatifs sur terre du fait de leur personnalité de base, d'un biais de désirabilité sociale ou de la volonté de protéger sa carrière [45]. Cette étude n'a pas permis de confirmer l'existence de ce syndrome pourtant décrit par les Russes.

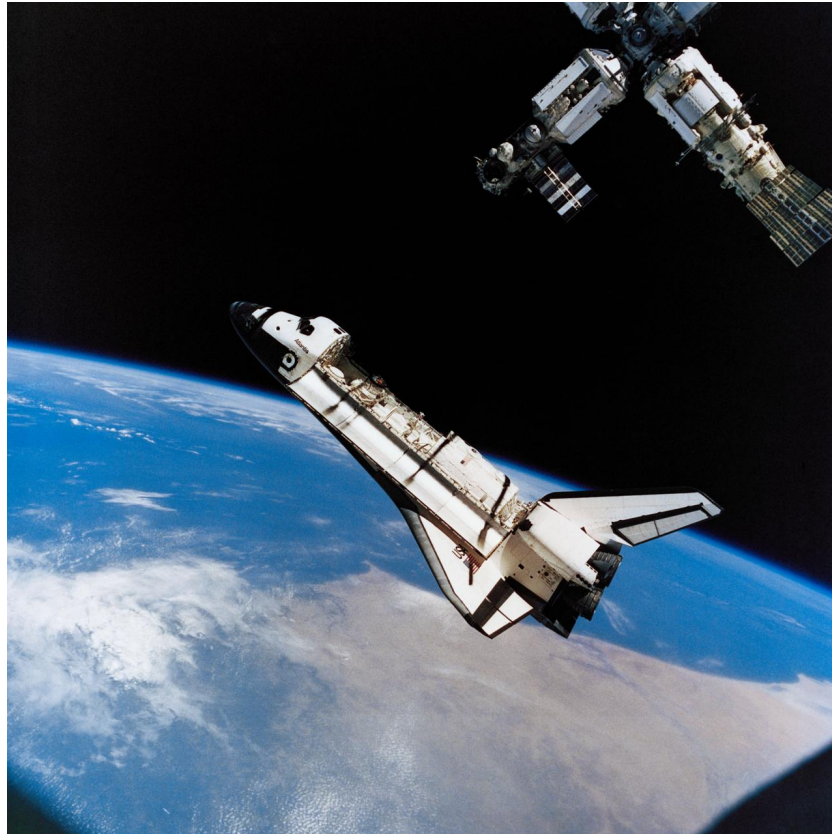


Figure 8 : La navette spatiale s'arrimant à la station Mir au cours du programme Shuttle-Mir.

© NASA

*Le winter-over syndrome (syndrome mental d'hivernage) ou phénomène du troisième quart*

Dès 1898-1899, l'explorateur polaire Frederick Cook rapportait des dépressions, de la tristesse, un sommeil difficile et parfois un sentiment de désespoir [20]. La dépression pendant l'hiver austral, également appelée syndrome mental d'hivernage (*winter-over syndrome* ou *toast syndrome*), est un ensemble de symptômes comprenant des troubles du sommeil (insomnie), des troubles cognitifs (troubles de la concentration, de la mémoire, voire l'apparition d'états d'absence nommés *long eye* ou « regard antarctique »), des troubles dépressifs, une irritabilité et des tensions interpersonnelles chez les hivernants voire une hostilité [16] [18] [20] [21]. Le retrait social est aussi retrouvé dans ce syndrome [22]. Ce syndrome est similaire à la dépression subclinique [18]. Ces troubles ont été attribués à des changements de rythmes circadiens et à la photopériode altérée [22]. Ils représentent une forme d'hibernation se produisant au cours d'une longue période d'isolement et de confinement. Au cours de cette période, les stratégies d'adaptation, la qualité du sommeil et l'humeur sont influencées par les conditions environnementales à un degré plus ou moins élevé au milieu de l'hiver [16]. Effectivement, des études ont remarqué que les symptômes du syndrome mental d'hivernage étaient inversement associés à l'altitude, à la latitude et à la température annuelle moyenne des stations de recherche [16] [18]. Une augmentation des scores de symptômes du début à la fin de l'hiver a été observée chez 63 % de ces personnes. Aucun changement dans les scores de symptômes n'a été observé chez 8,5 % des membres, et 28,4 % d'entre eux ont eu une diminution des scores de symptômes. Les personnes qui avaient une diminution des symptômes avaient moins besoin d'interaction sociale (faible besoin d'inclure les autres, faible besoin d'être inclus par les autres et faible besoin d'exprimer de l'affection aux autres) que celles dont les symptômes augmentaient [18].

Lors d'un débriefing psychiatrique du personnel hivernant dans une station en 1989, 63 % à 64,1 % des membres ont déclaré avoir des difficultés à s'endormir ou à rester endormi, 47 % à 51,5 % ont signalé des difficultés à se concentrer ou à se souvenir des choses, 49 % à 61,1 % ont manifesté des sentiments de tristesse et d'affect dépressifs, et 36 % à 47,6 % ont présenté un sentiment d'irritabilité ou d'hostilité. Ces symptômes culminent généralement au milieu de l'hiver, puis commencent à diminuer mais restent à des niveaux plus élevés qu'au début de l'hiver [18] [20] [41] [46]. Ils partagent certaines similitudes avec le trouble affectif saisonnier sous-syndromique [20] [41] [46].

Des auteurs ont passé en revue plus de 20 ans de recherches en Antarctique français. ils ont décelé trois phases du syndrome mental d'hivernage [21] [24] :

- La première est une réaction d'alerte (anxiété accrue, sentiment de manque d'intimité, frustration, remise en question de la venue en Antarctique).
- La deuxième phase est la résistance (agressivité, conflits, affects dépressifs, routine).
- Enfin, la troisième phase est l'épuisement (tolérance, indifférence, vulnérabilité émotionnelle, conflits ouverts, diminution du moral et de la motivation).

La dernière étape est la plus critique et se produit autour du troisième quart de la période d'isolement [24]. De ce fait, ce syndrome a aussi été nommé « phénomène du troisième quart » et semble être dû à des facteurs psychosociaux plutôt qu'à des facteurs environnementaux. De plus, il est indépendant de la durée de l'expédition [18] [29]. En effet, les diminutions de l'humeur et des performances étaient indépendantes de la rusticité et de la durée de la mission. Cependant, d'autres études ne retrouvent pas ce phénomène [21] [29]. La littérature semble suggérer que s'il existe un effet de troisième quart, il n'est pas universellement vécu par tous les hivernants [21].

Le syndrome mental d'hivernage accompagné d'une altération de la fonction cognitive est attribué à l'effet d'agrégation des facteurs de stress [11]. Ce trouble nécessite rarement une intervention ou une thérapie pharmacologique [22]. L'amélioration des conditions de vie n'a pas réduit les symptômes d'intensité souvent légère [29]. Au cours du troisième quart de toute mission, cet état proche de l'hibernation peut être considéré comme une forme de stratégie d'adaptation. Ces stratégies doivent cependant être souples [16].

### Syndrome polaire T3

Un autre trouble décrit est le syndrome polaire T3. Il est provoqué par une altération saisonnière de l'axe hypothalamo-hypophysaire-thyroïdien en réponse à une résidence polaire prolongée. Dans ce trouble, il y a une augmentation de la libération hypophysaire de la TSH en réponse à la libération sérique de TRH et aux niveaux normaux de T4 libre et de TSH non stimulés. La production et la libération de T3 sont augmentées. Cela permet une augmentation de l'apport calorique avec un changement minimal de poids corporel en raison d'une altération du métabolisme énergétique [22]. Ce phénomène peut être considéré comme une réponse adaptative à l'environnement extérieur froid et à l'obscurité [16] [22].

Le syndrome polaire T3 correspond à une altération de l'humeur et de la cognition liée à la fonction thyroïdienne. Ce phénomène a été observé chez 2 femmes et 10 hommes américains sur la base de McMurdo en Antarctique en 1997 et 1998. L'échelle « profil des états de l'humeur » a été utilisée tout comme l'échelle *Center for Epidemiologic Studies Depression*. L'échelle des « profils des états de l'humeur » est un auto-questionnaire de 65 items portant sur 6 facteurs : la tension et l'anxiété, la dépression, la colère et l'hostilité, la vigueur, la fatigue, et la confusion-égarement. Une baisse de T3 libre a précédé des niveaux élevés de tension-anxiété et de confusion. Cependant, une augmentation de l'anxiété, de la tension et des troubles de l'humeur a aussi précédé une baisse du niveau de la T3 libre, suggérant une rétroaction de l'humeur sur le niveau de T3. Des niveaux élevés de tension-anxiété et de confusion étaient précédés par des déclins de T3 et T4 libres. De plus, on a observé des variations



circannuelles de la fonction hypothalamo-hypophysaire-thyroïdienne. Des pics hormonaux ont été observés en novembre (maximum du jour) et en juillet (maximum de l'obscurité totale) et des creux en mars et en avril (transition du jour total à l'obscurité totale). S'il existe des variations sur 24 heures, les variations circannuelles sont probablement expliquées par la séquence suivante [47] :

- Pendant l'été austral, l'effet du froid provoque une dérivation de la T3 plasmatique dans le muscle squelettique, ce qui réduit de la disponibilité de T3 et de T4 du SNC.
- Cela provoque une augmentation de la tension, de l'anxiété et de la confusion, qui entraîne à son tour une baisse supplémentaire de T3 et T4.
- L'axe hypothalamo-hypophysaire produit en réponse davantage de TSH pour stimuler la disponibilité de T3 et T4.
- Ce qui provoque une augmentation de T3 libre et T4 libre et contribue à la baisse des scores d'humeur négative.

En d'autres termes, la fonction thyroïdienne est influencée par le stress psychosocial [47]. Ce syndrome a aussi été décrit chez 9 membres d'une expédition indienne en Antarctique, chez 12 membres de la station chinoise de la Grande Muraille et chez 16 membres de la station Zhongshan en Antarctique [47].

En résumé, le syndrome polaire T3 répond à un schéma cyclique presque identique à la variation saisonnière des concentrations sériques de TSH observée dans les autres régions polaires. L'altération de la fonction thyroïdienne était significativement corrélée avec la diminution de performance cognitive et de l'humeur. En effet, les altérations des niveaux d'hormones thyroïdiennes précèdent l'augmentation des symptômes dépressifs, de tension, d'anxiété et de confusion en Antarctique. Ces altérations partagent de nombreuses caractéristiques avec l'hypothyroïdie subclinique, y compris des niveaux élevés de TSH et/ou une réponse accrue de la TSH à la TRH. On pense que les symptômes cognitifs et affectifs caractéristiques du syndrome polaire T3 représentent un état d'hypothyroïdie du SNC accompagné d'une euthyroïdie systémique [18] [41] [47].

L'administration quotidienne de 50 microgrammes de thyroxine entraîne une réduction significative des symptômes thymiques, de fatigue, de confusion et améliore les performances cognitives qui tendent à fléchir durant l'hiver austral [16] [41] [47].

#### Trouble affectif saisonnier et trouble affectif saisonnier sous-syndromique

Un autre trouble qui chevauche les deux précédents est le trouble affectif saisonnier (TAS). Ce troisième modèle de changements saisonniers dans les expéditions polaires semble être lié aux variations de la lumière du jour et de l'obscurité [18].

En 1984, le trouble affectif saisonnier (TAS) a été décrit comme une perturbation cyclique de l'humeur caractérisée par des symptômes dépressifs, une augmentation de l'appétit et une prise de poids, une envie de glucides, une hypersomnie, une augmentation de la fatigue et une diminution de la sociabilité. Cinq ans plus tard, une étude a décrit le TAS sous-syndromique comme une affection dans laquelle, les personnes ne répondant pas aux critères du trouble affectif saisonnier, éprouvaient néanmoins un dysfonctionnement léger et des symptômes végétatifs similaires à ceux trouvés dans le TAS [41]. Les symptômes sous-syndromiques augmentent en hiver proportionnellement à la latitude [22] [29]. En effet, de vastes enquêtes portant sur la population arctique ont estimé un taux de prévalence d'environ 9 % [22]. Les troubles de l'humeur sont associés à un dysfonctionnement affectif et social, mais ne sont pas associés pas à une altération du rendement cognitif [29].

Un examen des données recueillies auprès de personnes qui ont passé un hiver austral dans les stations antarctiques américaines Palmer, McMurdo et South Pole en 1991 a révélé une augmentation significative de la prévalence du trouble affectif saisonnier sous-syndromique de la fin de l'été austral

au milieu de l'hiver [18] [46]. Cette étude a évalué la saisonnalité de l'humeur dépressive chez 70 hommes et femmes. Les personnes ayant des antécédents psychiatriques, y compris de troubles affectifs saisonniers sous-syndromiques, ne sont pas éligibles pour passer l'hiver en Antarctique. Cependant, de nombreux individus éprouvent à des degrés divers une humeur dépressive, un manque de concentration, une insomnie, de l'irritabilité et de l'hostilité pendant l'hiver austral [46].

Les questionnaires d'évaluation des tendances saisonnières SPAQ et les guides d'entrevue structurée pour l'échelle d'évaluation de la dépression Hamilton - TAS (SIGH-SAD) ont été passés. Les scores de saisonnalité ont augmenté de février-mars à juillet-août surtout dans deux stations. 1,5 % des membres ont présenté un TAS. Le groupe cliniquement normal a connu une augmentation des symptômes saisonniers et de la prévalence symptomatique du TAS sous-syndromique durant l'hiver austral (29,9 % contre 10,5 % avant l'hiver austral). Ces résultats suggèrent que près d'un individu sur cinq, sans antécédent de variation saisonnière de l'humeur ou du comportement, connaîtra un TAS ou un TAS sous-syndromique en conditions extrêmes pendant une période prolongée. Ils suggèrent aussi que cette exposition modifie la façon dont les personnes perçoivent la saisonnalité de leur comportement. La prévalence de 29,9 % est comparable à celle observée en Alaska (contre 10,4 % à 13,5 % aux États-Unis continentaux). Ainsi, une augmentation de près de 200 % a été observée dans la déclaration des symptômes saisonniers chez les mêmes individus. Les résultats de cette étude appuient l'hypothèse selon laquelle la saisonnalité de l'humeur et du comportement est associée à une latitude croissante. Ces résultats soulèvent la possibilité d'un effet seuil par rapport à la période d'exposition de 24 heures d'obscurité, de sorte qu'au-delà d'une certaine latitude, la durée d'exposition à l'obscurité constante joue un rôle insignifiant dans l'étiologie du TAS ou de la variation saisonnière de l'humeur [46].

L'intensité lumineuse faible a été associée à la suppression de la mélatonine, elle-même dépendante de la lumière. Le rythme de la mélatonine est un transducteur important de l'information sur la photopériode pour de nombreux rythmes physiologiques [18]. En effet, une étude sur 17 hommes chinois de la base Zhongshan a révélé que ce syndrome était associé à des retards importants dans l'acrophase du rythme de la 6-sulfatoxymélatonine, à une augmentation de la durée d'endormissement, au décalage des cycles et à une diminution du temps de sommeil moyen. Les symptômes comportementaux ont été attribués à une perturbation des concentrations de mélatonine dans la circulation sanguine, du système transducteur de l'information sur la photopériode et de son implication dans la synchronisation des multiples rythmes circadiens et physiologiques circannuels, et plus particulièrement les rythmes d'excitation énergétique, de l'humeur et de la performance cognitive [16].

#### *Syndrome J-40 et channel fever (« fièvre des canaux »)*

À bord des sous-marins, la quantité de travail est importante et la fatigue s'intensifie en début de patrouille. Les sous-mariniers s'adaptent au rythme de quart qui favorise les troubles du sommeil, mais aussi les troubles anxieux et les troubles de l'attention. Lors de la cabane, les membres se projettent sur le retour, mais il peut y avoir des alcoolisations et des troubles des conduites. Parfois, ils révèlent des troubles anxieux ou des troubles de l'humeur dans le cadre de difficultés d'adaptation. Au bout de 40 jours, les troubles anxieux sont plus marqués, l'attention est moindre, l'irritabilité - jusqu'ici latente - est perçue et le moindre retard de familigramme peut provoquer des angoisses. De plus, des reproches ou des conflits peuvent entraîner des réactions disproportionnées comme de l'agressivité physique. Ces manifestations sont nommées « syndrome J-40 ». Ces troubles ressemblent au syndrome mental d'hivernage décrit par F. Cook en 1900 avec une anomalie de la sécrétion de mélatonine (diminution du niveau moyen de sécrétion sans atteinte du rythme) [27]. Comme pour le *winter-over syndrome*, le syndrome J-40 a une dimension temporelle puisqu'il apparaît à un moment donné de la mission, assez spontanément.

Au cours des 7 à 10 derniers jours de patrouille d'un sous-marin, on retrouve une augmentation des contacts physiques, des tapes amicales dans le dos et des collisions accidentelles. L'hypothèse est celle de l'expression d'un adieu. Ce phénomène, nommé *channel fever* (« fièvre des canaux »), est caractérisé par une excitation, voire une absence d'esprit causée par l'anticipation du retour à la terre ferme. Les conflits de personnalité sont inévitables du fait de la proximité imposée par le travail. Ils peuvent générer des ressentiments et des altercations. Cependant, les insultes et les querelles peuvent avoir un effet ludique et stimulant pour le moral, bien qu'il existe parfois des boucs émissaires [26]. Les troubles anxieux se majorent dans les dernières 48 heures. Au retour, il y a une relative désorientation dans le temps et dans l'espace. Les mauvaises nouvelles peuvent rester comme étrangement absentes, car non vécues dans la réalité subjective des sous-mariniens [27].

## Les syndromes psychotraumatiques

### Introduction

À bord des sous-marins, les accidents sont relativement fréquents bien qu'il n'y ait que peu d'études. Tout accident en plongée est une menace, et est potentiellement traumatique [27]. Les tragédies de La Minerve en 1968, de L'Eurydice en 1970, de L'Émeraude en 1994 et du Kursk en 2000 montrent que, même en temps de paix, le milieu sous-marin reste dangereux. En phase post-immédiate, on peut retrouver des états de stress aigu avec des réactions de sidération, de panique, d'agitation désordonnée ou d'actions automatiques et inappropriées. Le DSM définit le TSPT de la façon suivante : le sujet est témoin ou confronté à des événements où des individus ont pu mourir ou être très gravement blessés, ou que son intégrité physique ou celle d'autrui a été menacée. En général, les troubles se manifestent après une période de latence et les sujets ressentent une honte ou une crainte que l'on remette en cause leurs aptitudes [48]. Cette sous-partie présentera les différentes études ayant analysé les syndromes psychotraumatiques à bord de sous-marins militaires.

### Étude norvégienne

Trois équipages de sous-marins à moteur diesel norvégiens ont été exposés à différents accidents de manœuvre en temps de paix. Les accidents se sont produits de 1996 à 1999. Tous les sous-marins ont dû être réparés. Les membres ont été en mesure de contrôler la situation en appliquant les procédures d'urgence standard sans négliger les blessés. 47 hommes ont été comparés à des survivants du naufrage d'une frégate norvégienne. Des questionnaires ont été distribués deux semaines après ces accidents. Il s'agissait du *30-item Coping Style Questionnaire* pour les styles d'adaptation, de l'échelle *Impact of Event Scale* (IES) qui mesure les réactions post-traumatiques, de la *Post-Traumatic Symptoms Scale* (PTSS) et du questionnaire général de la santé (GHQ). 4 % des membres ont vécu un état de stress aigu. Il n'y avait pas de différence de résultats entre les officiers et les autres membres. Les exposés avaient plus de réactions de stress aigu, mais elles étaient d'intensité plus faible en comparaison au groupe témoin. Les exposés avaient plus de symptômes post-traumatiques. Le style d'adaptation axé sur le problème était associé à la déclaration de symptômes. C'est la raison pour laquelle les sous-mariniens ayant réussi à faire face ont eu moins de symptômes que les survivants de la frégate. La relation entre les facteurs individuels et la PTSS était positivement associée. Les individus ayant eu une expérience traumatisante antérieure avaient des scores plus élevés. Effectivement, l'expérience personnelle à une mauvaise adaptation face à une situation critique est apparue comme un prédicteur significatif de réactions de stress aigu et les sujets plus satisfaits de leur comportement d'adaptation présentaient moins de réactions de stress que les sujets moins satisfaits. Ce facteur explique 17 % de la variance des

réactions de stress aigu. Si l'on ajoute l'exposition aux expositions antérieures critiques, ces deux facteurs expliquent 32 % de la variance [31].

Ainsi, les sous-marinières exposés présentaient moins de symptômes que les naufragés d'une frégate mais un niveau plus élevé de stress que les sous-marinières non-exposés. Sur 47 membres, seuls 2 ont eu un taux de stress relativement élevé. Des facteurs individuels comme un style d'adaptation plus fortement centré sur les émotions et plus faiblement axé sur les problèmes étaient corrélés de manière négative avec le stress aigu, ce qui représente un facteur de résilience. La stratégie d'adaptation centrée sur l'évitement pouvait représenter une stratégie d'adaptation efficace. Les membres ayant subi une exposition antérieure ont eu une forte augmentation des symptômes et un risque de développer un TSPT. Le processus de sensibilisation représente une réponse facilitée et accrue du SNC. L'exposition répétée à des situations représentant un danger et suscitant la peur pourrait être considérée comme une forme de sensibilisation produite par un stimulus inconditionnel. Les stimuli inconditionnels aversifs pourraient solliciter les facteurs biologiques associés à l'apparition des symptômes de TSPT. De ce fait, un accident même modéré peut être perçu comme menaçant et très stressant. Enfin, la cohésion de l'unité était associée à un taux plus faible de symptômes, puisque celle-ci était corrélée négativement avec le score PTSS. En d'autres termes, ces sous-marinières avaient une meilleure santé mentale et moins d'intrusions [31].

### Études américaines

En mai 2002, les membres de l'USS Dolphin ont été contraints d'abandonner leur navire en haute mer après une inondation, un incendie et des fumées toxiques lors d'un exercice en Californie. Une étude, réalisée 7 mois après l'incident auprès de 44 sous-marinières, a évalué [49] :

- Les réactions de TSPT (grâce à l'échelle IES-R qui a l'avantage d'identifier les personnes souffrant de symptômes sous-syndromiques et qui maximise la sensibilité).
- Les réactions dépressives (avec l'échelle PHQ-9).
- Les attitudes à l'égard de la sécurité perçue. Trois questions étaient alors posées : quel est le niveau actuel de sécurité dans l'exercice des fonctions à bord du navire ? L'incident vous a-t-il amené à envisager un transfert ? L'incident vous a-t-il amené à envisager de prendre votre retraite ou à quitter la Marine ?
- L'exposition aux traumatismes (traumatismes antérieurs et échelle des événements de vie).
- La dissociation péritraumatique (questionnaire sur les expériences dissociatives péritraumatiques).
- Et la réponse émotionnelle initiale (échelle d'exposition sensorielle, temps nécessaire pour monter sur le pont après l'ordre d'abandon du navire et temps total passé dans l'océan avant le sauvetage par un autre navire).

9,1 % des sujets présentaient des symptômes de TSPT (ce qui est discrètement supérieur à la population générale). 77,3 % ont subi au moins une exposition sensorielle. 68 % ont au moins eu une perception de blessure grave ou de décès potentiel au cours de l'accident. 71,4 % ont signalé au moins un symptôme dissociatif. Le symptôme le plus fréquent était le ralentissement du temps (54,5 %). 32 % avaient eu une expérience traumatique antérieure et 50 % ont vécu un événement de vie ultérieur. Les sujets souffrant de TSPT ont eu moins d'exposition sensorielle pendant l'accident. Il y avait une association entre les symptômes actuels de TSPT et la dissociation péritraumatique, la réponse émotionnelle initiale et la gravité des symptômes dépressifs sept mois après l'accident. Ces résultats sont cohérents par rapport aux études antérieures suggérant que l'impact émotionnel et la difficulté dans le traitement des informations peuvent avoir un impact plus fort que le nombre spécifique d'expositions antérieures. Les

symptômes dépressifs étaient quant à eux associés aux symptômes de TSPT à sept mois, au nombre d'expositions antérieures à un traumatisme et aux événements ultérieurs. Ainsi, bien que le groupe ait connu des niveaux élevés d'exposition antérieure et de préoccupation de décès potentiel, les taux de TSPT (y compris subsyndromique), de dissociation péritraumatique et de dépression étaient bas. Malgré la distorsion temporelle, aucun sujet n'a eu le sentiment d'être désorienté. La volonté de quitter le service était, quant à elle, associée aux événements de vie antérieurs et ultérieurs plutôt qu'aux événements survenus au cours de l'incident. 7 mois plus tard, 22 membres avaient repris sur les sous-marins tandis que 22 avaient été réaffectés [49].

Le 8 janvier 2005, l'USS San Francisco a subi une collision avec un mont sous-marin dans le Pacifique. La préparation aux catastrophes est plus difficile lorsque les crises se produisent loin des zones métropolitaines. De plus, la durée de la patrouille est généralement limitée par la quantité de nourriture. L'équipage était composé de 138 personnes. 90 % de l'équipage a été blessé et un membre est décédé. Il n'y a pas eu d'avertissement de la collision. 24 heures après la collision, un hélicoptère a pu se rendre avec un psychiatre, un « technicien » psychiatrique, et un aumônier en soutien. Si initialement il n'y a eu aucun cas de victime psychiatrique, 12,3 % des sous-marinières ont eu besoin de soins psychiatriques dans les 3 mois qui ont suivi la collision, principalement pour un TSPT ou un trouble de l'adaptation. Il n'y avait pas de corrélation entre le degré de blessure physique subie et le développement d'un état de stress post-traumatique ou d'un trouble psychiatrique. Deux ans après la collision, 2 membres étaient disqualifiés du service des sous-marins pour raison psychiatrique. Ainsi, les problèmes empêchant le retour au service complet étaient essentiellement liés à la santé mentale [30] [50].

#### Études françaises

En 1994, le SNA Émeraude a subi une fuite de gaz au cours d'un exercice de plongée. Cet incident a causé la mort de 10 sous-marinières, dont le commandant, par asphyxie ou brûlure. Par la suite, seulement cinq membres d'équipage ont demandé de l'aide médicale pour des troubles psychiques non spécifiques [30].

Le 30 mars 2007, le SNA français Rubis a subi une collision avec le plancher océanique à une profondeur de 200 mètres lors d'un exercice de plongée au large de Toulon, en France. 2 sous-marinières sur les 68 présents ont subi une commotion cérébrale. Tous les membres de l'équipage ont été évalués individuellement par une équipe psychiatrique à la suite de cet événement. Une évaluation de suivi a été effectuée 8 mois après l'accident à l'aide de l'auto-questionnaire PCLS chez 48 sous-marinières. L'échelle PCLS est un questionnaire simple et présente une bonne discrimination entre le TSPT et les autres troubles anxieux. 66,7 % de l'équipage a considéré l'accident comme un événement éprouvant. 95,8 % en ont parlé à leurs proches ou à leurs collègues de travail, mais seulement trois (6,2 %) en ont parlé à un médecin. Étonnamment, deux sous-marinières n'ont pas ressenti le besoin d'en parler du tout et sept (14,6 %) ont subi au moins un événement mettant leur vie en danger depuis l'accident. Parmi les membres d'équipage, 83,3 % ont obtenu un score égal ou inférieur à 29. Les résultats ont montré qu'un sujet (2,1 %) répondait aux critères pour le TSPT. Sept (14,6 %) d'entre eux se situaient entre 30 et 42. Un entretien a permis d'aborder l'accident et ses conséquences. Tous décrivent la surprise du choc, surtout ceux qui étaient couchés. Certains n'ont pas immédiatement compris les causes de la collision, mais la notion de danger a été perçue collectivement et la peur a été ressentie par beaucoup. La majorité des hommes ont été impressionnés par la rapidité avec laquelle l'équipage a réagi pour rejoindre le poste de sécurité. Il n'y a eu aucune réaction de panique, d'effroi ni de sidération immédiate. Certains membres étaient dans un état « réflexe ». Cette attitude, traduisant un état de stress dépassé, pourrait assurer une protection contre un débordement émotionnel. On pourrait y voir aussi un effet de l'entraînement. Des membres ont signalé une sensation de dilatation du temps. La surface a été rejointe en cinq minutes mais ils avaient l'impression que la remontée durait une éternité. Cela concorde avec les 71 % de troubles dissociatifs péritraumatiques retrouvés. Pour certains auteurs, cette dilatation

permet de donner une plus grande dimension de réalité, de l'intégrer et de la palper sur le plan cognitif [30] [48].

Une fois le danger passé, les réactions d'anxiété étaient classiques. Un membre a eu un accès d'angoisse avec des pleurs et de la culpabilité. Un autre est monté en passerelle et appréhendait à l'idée de redescendre dans le sous-marin. Il a choisi de rester dehors jusqu'à l'accostage. Plusieurs jours après, quelques membres ont rapporté une tristesse diffuse avec des crises de larmes spontanées, des difficultés d'endormissement, des cauchemars répétés et des réveils nocturnes. Ces symptômes se sont spontanément amendés. Le TSPT semble avoir une expression clinique par éclipse, c'est-à-dire qu'il se manifeste à distance, dans les mois ou les années suivant l'incident, avec des périodes d'accalmie. Sur le SNA Rubis, 14,6 % des membres ont eu plusieurs symptômes mineurs et non spécifiques de TSPT. Un membre avait des reviviscences, tandis qu'un autre avait des signes d'hyperactivité avec une irritabilité et des sursauts. Néanmoins, il convient de souligner qu'aucun sous-mariner n'est allé consulter pour des troubles psychiques post-immédiats, bien que ceux-ci aient admis, au cours de l'entretien ayant eu lieu 8 mois après l'incident, qu'ils en avaient eu immédiatement après l'accident. De plus, aucun des 10,4 % sous-marinières à avoir un trouble du sommeil ne l'a exprimé en entretien. Cette hésitation à admettre ses difficultés est interprétée comme une préoccupation à l'idée de perdre son aptitude au service sous-marin ainsi que comme un problème de stigmatisation associé aux troubles psychiques. Cette stigmatisation est encore fortement présente dans les milieux militaires et représente un obstacle à la prise en charge des sujets souffrant de symptômes de TSPT. Le sentiment d'appartenance à un groupe uni explique probablement ce résultat, mais face à un traumatisme grave, ce facteur de protection n'offre pas une immunité complète. Cela nécessite un repérage actif du médecin d'unité et un suivi prolongé dans le temps [30] [48]. En effet, lors de la perte de l'étayage du groupe, le risque d'une décompensation psychiatrique n'est pas à exclure.

### Conclusion

En milieu sous-marin, il y a peu de troubles de stress aigu et il y a rarement des réactions de stress dépassé, d'effroi, de panique ou de sidération. Il semble y avoir un « mode réflexe » malgré le danger et la peur. Sur l'USS Dolphin, 71 % des membres d'équipage ont eu une dissociation péritraumatique ou ont perçu une distorsion de l'écoulement temporel. Le TSPT était évalué à 9 % sur ce sous-marin. Sur le SNA Rubis, 2 % des membres souffraient d'un TSPT. Une personne avait un score supérieur à 44, une autre avait un score de 41 mais manifestait des répétitions importantes avec une irritabilité, des sursauts et des cauchemars pour lesquels une évaluation clinique pourrait retenir un TSPT. Elle est donc à haut risque de développer un trouble constitué. Certains sujets ont été mutés car ils ont développé des troubles à minima [27].

Les facteurs protecteurs du TSPT sont la présence de troubles anxieux immédiats ou différés relativement faibles, le processus de sélection des sous-marinières, le fait d'être volontaire, la connaissance adéquate du milieu, des risques et des manœuvres à réaliser pour regagner la surface et permettre la survie de l'équipage, ainsi que l'entraînement hebdomadaire aux urgences portant sur les blessés, sur les voies d'eau et sur les incendies. La forte cohésion et les chaînes de commandement hiérarchisées, bien établies et avec des compétences de haut niveau, protègent aussi des syndromes psychotraumatiques [27] [49].

En somme, le métier de sous-mariner est exigeant, exaltant mais aussi dangereux. Le sentiment d'appartenance à un groupe très solidaire, entraîné au milieu hostile, explique le faible taux de prévalence du TSPT. Bien qu'il y ait un effet protecteur du groupe, ce qui est un non-événement pour les uns, peut être traumatique pour certains [48]. Il convient de prévoir une réponse médicale précoce, robuste et actualisée en matière de santé mentale pour les membres et leurs familles [30] [50]. De plus, un suivi prolongé dans le temps est impératif [48]. Il pourrait être étendu jusqu'au départ en retraite de

l'individu. En effet, si le groupe peut être un facteur de résilience collective, il peut également faire office de masque préjudiciable pour l'individu avec un risque de décompensation lors de la perte d'étayage groupal.

### *Changements des états de conscience*

De nombreux astronautes ont fait l'expérience de l'émerveillement et de la crainte dans l'espace. Une astronaute de la navette spatiale, Kathryn D. Sullivan a partagé son récit en regardant la Terre depuis l'espace. Elle a déclaré être heureuse d'annoncer qu'aucune étude, ni formation, ne pouvait préparer pleinement quiconque à la crainte et à l'émerveillement que cela inspirait. Ce phénomène est similaire à l'*overview effect* (« effet de surplomb ») que rapportent certains astronautes (cf. figure 9). La Terre est perçue comme un point bleu pâle, suspendu dans l'obscurité et protégé par une fine couche d'atmosphère. C'est en partie cette crainte et cet émerveillement qui nous pousse à être des pionniers et des explorateurs de ce qui nous est inconnu. Toutefois, la notion d'inconnu met les individus dans des dispositions environnementales qui ne sont pas toujours propices à un état physique et émotionnel optimal [28].



Figure 9 : La Cupola de l'ISS offre une vue surplombant les paysages terrestres.

© NASA

En outre, plusieurs astronautes et cosmonautes ont rapporté avoir vécu des expériences transcendantales dans l'espace (par exemple, des conversions religieuses ou des déréalisations) [10] [17]. Ceux-ci ont fait part d'un sentiment de crainte et d'humilité devant la beauté de la Terre et la vastitude du cosmos. Ils rapportaient une nouvelle compréhension de la vie et de la nature de Dieu, et manifestaient des expériences à la limite de la déréalisation et de l'hallucination. Par exemple, un astronaute d'Apollo 15 a déclaré avoir ressenti la puissance de Dieu comme il ne l'avait jamais ressentie auparavant. Sa foi en Dieu a été rafraîchie et rendue plus réelle. Il considérait que c'était « le plan de Dieu de revenir et de dire aux gens à quel point nous avons une belle chose ici sur Terre, d'en prendre soin et d'essayer de vivre dans la fraternité, comme Jésus-Christ voudrait que nous le fassions » [17]. Certaines de ces

expériences rappellent le phénomène de « rupture », qui est un sentiment d'irréalité et de séparation de la Terre, parfois ressenti par les pilotes d'avion à réaction volant dans des conditions monotones à haute altitude [10] [17]. Ce phénomène a été associé à des problèmes émotionnels et de personnalité préexistants. Les expériences transcendantales dans l'espace doivent être étudiées plus en profondeur car elles peuvent altérer le jugement. Au cours d'une mission de 96 jours à bord de Saliout 6 en 1977-1978, un cosmonaute était si ravi de la vue qu'il avait depuis un sas, qu'il a fait une excursion extravéhiculaire impulsive et non autorisée. Il avait oublié d'attacher sa ligne de sécurité. Heureusement, son collègue cosmonaute a attrapé la ligne de vie et l'a tiré en toute sécurité. De même, dans la station américaine Skylab, un astronaute a déclenché un problème au système de contrôle à partir du moment où il est devenu préoccupé par la vision de la Terre et a quitté son poste de travail [17].

Des changements de personnalité ont été observés chez plusieurs astronautes et cosmonautes après avoir volé dans l'espace, au moment de leur réadaptation à la vie sur Terre [10] [17]. Ces modifications impliquent généralement un changement de perspective, tel qu'une religiosité accrue ou une sensibilité aux besoins humains. Un astronaute de Skylab a décrit cette expérience comme « une nouvelle orientation de nature presque spirituelle ». Son attitude envers la vie et envers sa famille a changé. Quand il voyait des gens, il essayait de les voir comme « des êtres humains opérants et essayait de s'intégrer dans une situation humaine au lieu de fonctionner comme une machine ». Plusieurs astronautes ont formé ou rejoint des groupes spirituels ou religieux après leur retour sur Terre. Des difficultés à s'adapter à la vie après le vol ont également été décrites, comme dans le cas d'un astronaute d'Apollo 11 qui a souffert de dépression et de problèmes conjugaux après son retour sur la planète bleue. Une intervention psychiatrique a été nécessaire [17].

La vie en Antarctique a mis en exergue des conséquences comme une hypnotisation accrue, une imperméabilité aux distractions et une augmentation de la capacité à faire preuve d'imagination. Ces manifestations peuvent persister un certain temps après l'hiver. Deux comportements comme la fixité du regard (phénomène du *big eye*) et l'apathie ont été signalés. Ces états modifiés de conscience pourraient agir comme stratégies d'adaptation, mais les comportements induits peuvent également poser des problèmes de sécurité [29] [33].



## **Enjeux psychosociaux**

### **Généralités**

L'étude des questions psychosociales relatives à l'isolement et au confinement prolongés est relativement récente puisqu'elle date des années 1960-1970. Certains problèmes peuvent être mortels pour l'équipage et désastreux pour la mission. C'est pourquoi les ingénieurs et scientifiques se sont penchés sur l'identification des facteurs de risque et sur les moyens de les prévenir, de les améliorer ou de les résoudre. Ce chapitre explore les problèmes interpersonnels et organisationnels, l'influence de la culture et les compromis nécessaires liés à la vie et au travail dans les environnements ICE. Les questions interpersonnelles comprennent les processus de cohésion, les tensions et les conflits de l'équipage, les relations entre les individus et le soutien social, les erreurs humaines, ainsi que les interactions avec le centre de contrôle. Les enjeux organisationnels comprennent la diversité et les styles de leadership, l'influence de la culture professionnelle, la durée de la mission, l'autonomie de l'équipage et les exigences de gestion pour les missions de longue durée [16]. De plus, les problèmes d'ordre psychologique ont un impact potentiel sur la dynamique d'équipe [14].

Si les environnements des missions antarctiques, sous-marines et spatiales partagent de nombreuses caractéristiques, il est parfois difficile de tirer des conclusions sur les problèmes psychosociaux d'un contexte à l'autre. Ces environnements ICE et EUE diffèrent du fait de leur environnement (températures froides, cycles lumière-obscurité, microgravité dans l'espace), de la durée de l'exposition (allant de quelques semaines à plus d'un an), du degré d'isolement (allant du contact limité au contact quotidien avec le monde extérieur) et du nombre d'individus (de 3 à 6 spatonautes jusqu'à 150 sous-marinières). Les progrès technologiques en matière de transports et de communications, l'expansion des volumes habitables, et la protection contre les risques physiques rendent ces environnements plus sûrs et moins isolés. Ainsi, un problème rencontré dans le passé n'est plus nécessairement un problème actuel [16].

### **Enjeux interpersonnels**

#### *Introduction*

Les enjeux interpersonnels sont liés aux problèmes que rencontrent ces groupes confinés et isolés lorsqu'ils interagissent les uns avec les autres ou avec des personnes extérieures supervisant leurs activités. La tension interpersonnelle est accrue lorsque les équipes sont hétérogènes ou composées de personnes ayant des tâches de travail conflictuelles. Cela peut entraîner un certain nombre de problèmes au sein de l'équipage ainsi que le déplacement de la tension vers les personnes à l'extérieur (par exemple, le centre de contrôle de la mission). On observe également une diminution de la cohésion sur de longues périodes. Cela se manifeste par la formation de sous-groupe, la désignation de boucs émissaires et un comportement territorial. Dans un petit habitat, beaucoup éprouvent un besoin d'intimité. Le manque d'intimité peut entraîner des tensions interpersonnelles accrues dans l'espace [10].

#### *Processus de formation des groupes*

La dynamique sociale des groupes dans les environnements ICE est caractérisée par trois étapes. La première consiste en une interaction ouverte et l'identification d'intérêts communs entre les membres d'équipage. Ce processus mène aussi à l'identification de différences. Lors de la deuxième étape, des sous-groupes se forment sur la base de caractéristiques sociodémographiques, de cultures

professionnelles, de loisirs, d'idées politiques et idéologiques communes. Les conflits entre les sous-groupes peuvent générer du stress au sein de l'ensemble du groupe. C'est l'étape de la « formation de cliques ». Au cours de la dernière étape, nommée « coalescence », l'ensemble du groupe se rassemble autour d'un noyau social avec une identité propre. Ce noyau peut émerger au détriment de certains individus qui n'adhèrent pas, perturbent ou critiquent les normes de groupe et de comportement. Ils peuvent être ostracisés [12] [16]. Les équipages structurés en différents sous-groupes distincts ont des niveaux significativement plus élevés de tension, de colère, d'anxiété et de dépression que les équipages dans lesquels plusieurs sous-groupes périphériques gravitent autour d'un groupe noyau durant l'hiver [16]. Les sous-groupes sont fréquents en Antarctique et sur les sous-marins et semblent se former en fonction du travail (par exemple, les scientifiques, les cuisiniers, les mécaniciens, etc.) [17]. À chaque étape, le groupe peut pencher vers la tension et le conflit ou vers la cohésion et la coopération [16]. On retrouve ces modèles de développement groupal dans les missions spatiales habitées [14], ou encore dans le cadre des opérations militaires extérieures (OPEX).

#### *Diminution de la cohésion et évitement*

Si les motivations des astronautes à entretenir des relations chaleureuses et amicales avant les vols spatiaux sont élevées, elles diminuent de façon constante à partir du début de la mission, et même après le retour sur Terre. Dans les équipages multinationaux des stations de recherche en Antarctique, le nombre de personnes recherchées pour interagir a diminué pendant toute la durée de l'hiver (de mars à octobre) [16]. Plusieurs études ont relevé une utilisation accrue de l'évitement comme stratégie d'adaptation. On retrouvait, notamment, des phénomènes de désengagement comportemental (réduction des efforts pour faire face à un problème, abandonner), de maîtrise des contraintes (attendre la situation appropriée pour régler le problème) et de refus (ne pas reconnaître l'existence d'un problème) [16].

On ne sait pas si des interactions neutres vis-à-vis des tâches ont été utilisées pour éviter des contacts plus personnels. Un cosmonaute de Saliout 6 a écrit, lors de sa mission de 175 jours, qu'aucun membre n'était bavard et qu'ils ne parlaient rarement d'autres choses que du travail. Cependant, quelque temps après avoir communiqué avec leur famille, ils ont discuté de souvenirs personnels [17].

Des enregistrements de vols sur la station Saliout, de missions antarctiques et sous-marines ont décrit une diminution de la cohésion entre les membres d'équipage au fil du temps. Deux mois après le début de sa mission de 211 jours sur la station spatiale russe Saliout 7, un cosmonaute a écrit dans son journal que le plus difficile était de garder de bonnes relations avec l'équipage et avec le centre de contrôle au sol. Avec la fatigue croissante, il rapportait un risque de commettre de graves manquements, des moments de tension qu'il était impossible de laisser éclater, et que le vol devenait difficile de manière croissante. Cependant, il déclarait que regarder par la fenêtre était apaisant. À bord de la station spatiale américaine Skylab, les astronautes ont également rapporté beaucoup de satisfaction à regarder par le hublot et à avoir du temps pour soi. Un astronaute de Skylab 4 a écrit que « le manque d'intimité ajoute aux tensions interpersonnelles ». C'est pourquoi, les missions suivantes ont apporté du soin à ce qu'il y ait des compartiments, séparés avec des portes en tissu, dans lesquels chaque astronaute pourrait être seul, lire, dormir ou faire une introspection. Ce besoin d'intimité est aussi observé lors des simulations terrestres. Enfin, la diminution de la cohésion peut mener à la formation de sous-groupes et la désignation de boucs émissaires [17].

#### *Soutien social*

Les astronautes occidentaux et russes ont mentionné le soutien social des membres d'équipage comme étant la stratégie d'adaptation la plus couramment utilisée [16]. Cependant, chez les hivernants et les sous-marinières, une adaptation réussie est liée à une utilisation moindre du soutien social [16]. Le soutien

instrumental et émotionnel obtenu grâce aux liens sociaux atténue les effets des événements stressants de la vie. Il favorise ainsi la santé en protégeant les individus contre les maladies chroniques, la dépression, et même contre la mort. Le manque de soutien est lui-même un facteur de stress. De plus, l'absence perçue de soutien social, durant la période hivernale, est considérée comme un facteur contribuant au syndrome mental d'hivernage [12].

Deux études portant, respectivement, sur 217 et 77 hivernants des deux genres, ont révélé que le pourcentage de membres d'équipage recherchés par un membre était fortement associé au niveau de tension, d'anxiété, de dépression et de confusion, et que la fréquence à laquelle les membres demandaient des conseils était positivement associée à l'anxiété et à la tension. Une association positive entre la recherche de soutien social et le stress découlait de facteurs sociaux comme le manque d'intimité, le manque d'espace et la tension interpersonnelle. La question est donc de savoir si demander de l'aide suscite des émotions négatives parce que les autres membres d'équipage n'offrent pas leur aide ou si les émotions négatives précipitent la demande de soutien. Ainsi, des personnes peuvent demander du soutien mais ne pas le recevoir, ce qui engendre des émotions négatives et du stress dans les relations sociales [16]. C'est pourquoi la dépendance à l'égard du soutien social est perçue comme une mauvaise adaptation [29].

### Tensions et conflits

Dans l'espace, les questions interpersonnelles importantes comprennent les tensions, les problèmes résultant de l'hétérogénéité de l'équipage, la colère déplacée vers le personnel extérieur, le besoin de dominance, la diminution de cohésion au fil du temps, l'interaction lors des tâches neutres et le type de leadership. Des tensions interpersonnelles se sont produites dans l'espace mais n'ont pas évolué au point d'interférer avec les objectifs de mission. Un cosmonaute a expliqué que l'ambiance n'était pas sereine à bord et qu'il y avait des désaccords en vol, probablement du fait de la fatigue et, souvent, du fait de simples inattentions [17].

La tension se manifeste par un antagonisme ouvert à l'égard des autres membres de la mission ou du centre de contrôle. Parfois, elle se traduit par un retrait social et un isolement qui peuvent avoir pour effet une diminution de la cohésion. Des niveaux élevés de dominance sont associés aux tensions de groupe en Antarctique [16].

Lors des premières missions spatiales prolongées, des rapports relataient une diminution de la cohésion de l'équipage au fil du temps. Le cosmonaute russe Valentin Lebedev, qui a séjourné 211 jours à bord de la station russe Mir en 1982, a estimé que 30 % du temps dans l'espace impliquait un conflit d'équipage. Parfois, de simples désaccords entre les membres peuvent nuire aux relations. Cependant, tous les équipages isolés ne rapportent pas de tels conflits [16]. De plus, lors d'une mission spatiale russe, une incompréhension avec le centre de contrôle a engendré des tensions sociales dans le groupe en orbite [14]. Enfin, les différences linguistiques, culturelles et politiques ont créé des perturbations lors de vols spatiaux soviétiques. Un cosmonaute tchèque a rapporté sardoniquement que ses mains étaient devenues rouges pendant son vol à bord la station russe Saliout 6 car, à chaque fois qu'il touchait un interrupteur ou un cadran, les cosmonautes russes criaient « ne touche pas à ça » et lui giflaient les mains. De telles difficultés n'ont pas été signalées sur la navette spatiale américaine. Toutefois, il est possible que les tensions liées à l'hétérogénéité des équipages deviennent des problèmes à long terme dans les conditions de monotonie et de confinement au cours de futures missions spatiales [17].

Bien que les personnes participant à des expéditions polaires aient souvent une grande cohésion sociale en raison de leur expérience commune, les conflits interpersonnels et les tensions sont la plus grande source de stress. Au sein d'une expédition, la tension et le conflit peuvent être attribués à des comparaisons sociales, inévitables, dans chaque groupe nouvellement formé. L'ostracisme des membres qui n'adhèrent pas aux normes du groupe, l'hétérogénéité du groupe caractérisé par des différences de

genre ou de profession, un leadership médiocre ou inefficace, une concurrence entre les dirigeants, ou entre les dirigeants et les suiveurs en sont des exemples [18].

Des événements aux conséquences - potentiellement ou réellement - graves ont été rapportés dans la littérature scientifique et dans la presse. En 1989, un hivernant n'ayant présenté aucun symptôme durant les 11 premiers mois de son séjour, a détruit, lors d'un moment de colère, un des ordinateurs de recherche. En 1996, une mutinerie a eu lieu dans une station antarctique australienne et une bagarre a éclaté entre deux cuisiniers de la station américaine McMurdo [21].

Des rapports indiquent que des facteurs de stress combinés peuvent engendrer des comportements aberrants. Un homicide a été commis après une partie d'échecs perdue dans la station antarctique russe Vostok en 1959. De plus, il a été rapporté qu'un cuisinier préparait volontairement des repas immangeables après sa rupture avec une collègue. Dans le domaine des crimes en Antarctique, un scientifique a même été accusé de tentative de meurtre pour avoir poignardé un collègue qui n'arrêtait de dévoiler la fin des livres qu'il lisait [36].

D'autres situations semblables ont eu lieu en Antarctique et dans les sous-marins. Une forme de relâchement de tension, appelée le *pinging* (« cinglement »), a été notée chez les sous-mariniers. Il s'agit d'un « jeu » durant lequel un sous-marinier taquine un autre sous-marinier. S'il suscite une réaction de colère, il gagne la partie [17].

#### Phénomène de « boucs émissaires »

Un autre phénomène observé dans ces milieux est l'ostracisme ou l'isolement social des individus perçus comme déviants par d'autres membres. Des boucs émissaires ont été signalés lors d'expéditions en Antarctique [16]. Les habitudes ou les manières insignifiantes peuvent être amplifiées en défauts intolérables, tout comme les normes d'hygiène et d'apparence. Les répercussions de l'ostracisme peuvent avoir une incidence négative sur les relations familiales au retour [29].

La désignation de boucs émissaires peut conduire à une forme virulente de trouble, nommé *long eye* par Rohrer. Il s'agit d'une forme extrême du traitement silencieux infligé à un membre d'équipage, considéré comme déviant, qui entraîne des insomnies, des pleurs importants, des hallucinations, du découragement et un comportement erratique. Dès que la personne a été autorisée à interagir avec le groupe, ces symptômes disparaissent. Puisque la performance dépend de l'équipage et de sa cohésion, les objectifs de la mission peuvent être affectés défavorablement par un tel comportement au cours des futurs vols spatiaux [17].

#### Interactions avec les autorités extérieures

Une tendance à déplacer l'irritation et la colère vers des observateurs extérieurs a été signalée à plusieurs reprises. Cela peut être le cas, lors de missions spatiales américaines et russes ou lors d'hivernages en Antarctique, lorsque les membres d'équipage expriment leur colère ou leur anxiété envers le personnel des centres de contrôle [16] [18]. Des astronautes se sont plaints de demandes déraisonnables, excessives ou floues, tandis que les agents du centre de contrôle se plaignaient de retards ou du non-respect des consignes, qui auraient pu nuire à la sécurité et au succès de la mission [16]. Lors du premier vol Spacelab, à bord de la navette spatiale en décembre 1983, un astronaute (scientifique) a exprimé à plusieurs reprises sa colère contre le centre de contrôle au sol. Il lui reprochait d'interrompre et de surcharger le travail de l'équipage [17]. Malgré des procédures de dépistage rigoureuses, des problèmes comportementaux peuvent avoir lieu. Cela a été rapporté lors des programmes spatiaux américains et soviétiques (puis russes). Lors de la mission spatiale américaine Skylab 4 en 1973, l'équipage a parfois été qualifié d'irritable et d'hostile envers le contrôle au sol. Au cours de cette mission de 84 jours,

l'équipage a cessé de coopérer avec le contrôle au sol et a arrêté de travailler [39]. La mutinerie n'a été résolue qu'après des explications ouvertes, houleuses et franches. Les horaires de travail ont été ajustés et les membres d'équipage avaient plus de temps pour se détendre [17].

Plusieurs études portant sur les sous-marins ont également révélé une diminution de la cohésion, de l'interaction sociale, une augmentation des conflits interpersonnels et un déplacement de la colère vers des personnes extérieures [16]. Une grande partie de cette tension externe résulte du déplacement de la tension et des conflits intra-groupes [18]. Ces phénomènes peuvent servir à unir les équipages, à faciliter la coopération et à améliorer les performances. Ainsi, ces dégradations relationnelles sont susceptibles d'avoir une fonction adaptative [16].

## **Enjeux organisationnels**

### Concept de microculture

Lorsque les hivernants arrivent la première fois en Antarctique, ils représentent un ensemble de personnes culturellement hétérogènes, avec des antécédents sociaux, des affectations professionnelles, des attitudes et des valeurs différentes. Cependant, chaque station développe progressivement un système culturel qui lui est propre. Ces microcultures changent d'une année à l'autre, au fur et à mesure des rotations de personnel (cf. figure 10). Certaines stations conservent une certaine continuité culturelle au fil des années. Une des caractéristiques de ces cultures est le récit de cette expérience avec son bilan de succès et d'échecs. Les mémoriaux et les sites historiques sont omniprésents dans chaque station ou à proximité. Ils sont un rappel permanent d'une tradition. En plus de représenter un recueil de leçons apprises et de coutumes conçues pour atténuer les facteurs de stress psychosociaux et environnementaux, cette tradition renforce certaines valeurs relatives à la survie, à l'autosuffisance, à l'exploration, à la privation et à l'aventure physique. Par exemple, des espaces comme les salons, les cuisines et les salles d'exercice, où différents groupes interagissent, sont assujettis à des règles empêchant les frictions entre les groupes. Les comportements des membres sont également contrôlés et évalués en fonction de normes comme la coopération, le travail acharné, le dédain pour les comportements téméraires et imprudents, ainsi que pour la consommation excessive d'alcool. L'inégalité de statut entre les hommes et les femmes est moins évidente que dans le monde extérieur. Cela vient du fait que les membres ont la même profession et partagent les mêmes tâches. Les inégalités salariales sont moins perçues car il y a peu de choses à acheter hormis l'alcool. On retrouve des activités comme le match de football annuel *penguin bowl* ou des rituels d'initiation comme le *Three Hundred Club* – dans lequel les membres vont dans un sauna à 93 °C puis vont dehors, vêtus uniquement de bottes à moins 73 °C -. Ces expériences favorisent le sentiment d'appartenance des membres à un groupe et les distinguent de leurs amis et de leur famille à leur retour [12].



Figure 10 : Le Twin Otter, équipé de skis, effectue une rotation à la base antarctique Concordia.  
© Unsplash

### Cultures professionnelles

Parfois, les cultures professionnelles sont caractérisées par un sentiment d'invulnérabilité face aux effets du stress et de la fatigue sur la performance. Cette perception erronée accroît la probabilité d'erreur et peut se traduire en échec dans le travail en équipe [16].

Certains chercheurs avancent que les contrastes de cultures professionnelles peuvent s'accroître au cours des missions. Par exemple, l'inclusion de scientifiques en tant que spécialistes de charge utile a mis à rude épreuve la culture du groupe des astronautes, composé principalement de pilotes. Les sous-groupes professionnels sont courants dans les environnements spatiaux et analogues comme l'Antarctique. Ils sont susceptibles d'affecter la dynamique des groupes dans l'espace à mesure que la taille de l'équipage augmente. La formation de cliques a été associée à la détresse. Enfin, les problèmes qui surviennent entre les membres d'équipage peuvent ne pas toucher l'ensemble de l'équipage de la même façon [51].

### Styles de leadership

Un leadership médiocre ou inopérant peut perturber les tâches et diminuer le moral [16].

Lors de missions spatiales de courte durée, le leadership est axé sur l'accomplissement des tâches, tandis que lors des missions à long terme, il y a une tendance au nivellement du statut, et les leaders les plus appréciés sont ceux capables de soutenir émotionnellement l'équipage et d'accomplir les tâches de manière plus démocratiques. Le leader doit, non seulement garder les membres d'équipage à la tâche, mais aussi être sensible à leurs besoins émotionnels. Au fil du temps, le rôle du leader peut devenir diffus et peu clair. Ainsi, des compétences en leadership professionnel et émotionnel sont nécessaires [10]. Lors de 18 missions de longue durée à bord de l'ISS, 18 commandants et 35 astronautes ingénieurs de vol ont été évalués. Les commandants mettaient généralement l'accent sur le moral et la cohésion de

groupe, tandis que le reste de l'équipage se concentrait sur l'exécution des tâches. De plus, les commandants sollicitaient le soutien social des membres d'équipage et de leur agence spatiale, tandis que les autres astronautes avaient tendance à compter davantage sur leur famille et leurs amis [16].

Le leadership doit être flexible. Un leadership opérationnel est plus important au cours des premières étapes (par exemple, lors de l'établissement d'un camp) alors que le leadership de soutien est plus avantageux durant les dernières phases et les périodes monotones [14] [16]. En cas d'urgence, il est essentiel que le leader prenne des décisions et soit directif. Parfois la prise de décision partagée est plus adaptée [16] [29]. Lors de sa mission de 96 jours sur Saliout 6, le commandant était une jeune recrue et son partenaire était un vétéran plus âgé. Ce dernier possédait des compétences en ingénierie nécessaires pour réparer la station spatiale. Pour éviter la concurrence, les hommes ont décidé de partager la prise de décision par le biais de discussions mutuelles, avec un succès apparent [16] [17].

Pareillement, au cours de longues missions en Antarctique, le nivellement du statut s'est accentué progressivement. Les leaders les plus appréciés étaient ceux ayant un style plus démocratique et se souciant du bien-être et de l'état émotionnels des membres. À bord des sous-marins, les leaders recherchés sont ceux davantage axés sur les tâches et plus distants, par rapport aux leaders sociaux et affectifs [17]. Ce style de leadership est privilégié dans la Marine.

#### Durée de l'exposition à l'environnement

Il semble y avoir moins de négativité dans les écrits des expéditions polaires françaises de courte durée. Les environnements ICE influenceraient le comportement de manière linéaire dose-réponse. Certaines études rapportent une diminution de la performance au troisième trimestre en Antarctique alors que d'autres n'ont pas retrouvé cet effet [16].

#### Planification des tâches et autonomie de l'équipage

Un trop grand nombre de tâches peut être néfaste lors des vols spatiaux. Cela peut engendrer un refus d'exécuter les tâches, de la fatigue, une privation de sommeil et un déclin des performances. Réciproquement, un manque de travail productif conduit à l'ennui et provoque les mêmes symptômes que le surmenage. La planification des tâches doit trouver un équilibre entre ces deux extrêmes [16].

Les retards de communication sont associés à une augmentation du stress et de la frustration. Ils ont une influence négative sur les résultats opérationnels et sur la coordination de l'équipage. Cela est particulièrement le cas quand les exigences de communication sont élevées ou que l'équipage est faiblement autonome. Des études suggèrent que les équipages spatiaux doivent être plus autonomes par rapport au centre de contrôle. Des événements comme la mutinerie de la mission surchargée et surprogrammée Skylab 4 pourraient être évités. Cela nécessite une bonne compatibilité de groupe. En outre, les équipages qui ont un niveau d'autonomie élevé ont une humeur plus positive [16].

Dans les microcultures des stations de recherche en Antarctique, des priorités contradictoires sont représentées par les besoins de l'individu et les besoins du groupe. Si le groupe a besoin d'un certain degré de coopération et de conformité entre les membres, l'adaptation est garantie par la présence d'individus autonomes et autosuffisants [12].

#### Compatibilité des équipages

La compatibilité sociale a été associée au moral et aux performances de l'équipage dans des études sur les cosmonautes russes. Les introvertis socialement habiles sont considérés comme plus compatibles

que les extravertis à forts besoins d'attention et d'interaction dans les expéditions polaires. L'âge moyen est inversement associé à la dépression et à l'anxiété à court terme. De plus, les différences nationales, culturelles et linguistiques peuvent entraîner des malentendus, de l'irritabilité, des problèmes de communication et des réponses inopérantes face à un danger. Ces résultats suggèrent qu'une équipe mature et homogène selon l'âge pourrait avoir moins de problèmes [16].

### Optimisations organisationnelles pour améliorer l'adaptation

La vie en Antarctique peut être monotone mais confortable. L'harmonie règne au-dessus de toute chose et les membres essaient de rester inoffensifs et tolérants. Ils évitent la compétition ou la communication émotionnelle. Chaque station a son propre langage et son humour. De plus, les membres participent au maintien de la propreté, ce qui contribue à l'harmonie du groupe. Le retrait social est considéré comme utile puisque jusqu'à 60 % du temps libre est passé seul [29]. Des périodes occasionnelles d'intimité, de solitude et d'absence de stimulation motrice peuvent être un moyen d'adaptation utile pour de nombreuses personnes [16]. Toutefois, les médecins et les chefs des stations ont une vigilance accrue et s'assurent que les membres ne tombent pas dans un retrait extrême (nommé *cocooning*). La planification et l'évitement ont comme fonction de réduire la dépense énergétique, et de se protéger des frustrations et des privations émotionnelles. Le sport, les lectures et la musique sont des passe-temps appréciés. Les repas et les célébrations maintiennent le moral et la productivité du groupe. La fête de la mi-hiver (*midwinter*) est célébrée [29]. À cette occasion, le chef de district cède sa place à un membre élu pour organiser les festivités.

Un panel de tactiques a été développé à l'échelle organisationnelle pour accroître le plaisir et les connaissances dans le but de favoriser l'adaptation. Initialement, diverses activités ont été développées parmi lesquelles du théâtre amateur, des comédies musicales, la rédaction de journaux de bord et des conférences scientifiques en Antarctique. Les équipages actuels se livrent à des activités similaires et ont accès à la télévision, à la vidéo, aux téléphones et à internet. Ces activités semblent faciliter efficacement l'adaptation, la réduction du stress et l'amélioration du plaisir [18]. D'autres stratégies d'adaptation sont : les communications extérieures, le respect des horaires, les débriefings, l'entraînement, les préparations mentales détaillées, la stabilisation des relations familiales, la préparation des dysfonctionnements personnels mineurs, le fait de se fixer des objectifs individuels et de groupe - ainsi que les moyens de les atteindre -, la remise en question concernant son propre comportement, la télé-médecine, la visite virtuelle de stations et la délivrance d'informations sur la sécurité (par exemple concernant l'intoxication au monoxyde de carbone) [29]. En outre, les astronautes et cosmonautes soutiennent que le contact avec leurs proches sur Terre a un impact positif sur le rendement de la mission, en particulier pendant les missions spatiales de longue durée [10].

### Questions de genres et de sexes

Une étude de 1998 à 2013 a évalué l'impact du sexe et du genre sur l'adaptation à l'espace. Parmi les 201 astronautes (15 % de femmes et 85 % d'hommes), les femmes avaient la même durée de mission, mais le temps entre deux missions était plus long. Elles avaient deux fois plus de doctorats mais moins de masters que les hommes. Les femmes étaient davantage spécialisées en biologie, tandis que les hommes venaient de domaines tels que l'ingénierie ou l'armée. Il n'y avait pas de différence en termes de sommeil et de rythmes circadiens, ni en termes de charge de travail, de fatigue et de stress pendant et après le vol. Un nombre inconnu d'astronautes utilisaient des somnifères (par exemple : zolpidem, zaleplon, eszopiclone, ramelteon, témazépam, trazodone) et/ou des médicaments favorisant l'éveil (modafinil, armodafinil, dextroamphétamine). Sur Terre, la *Food and Drug Administration* recommande des posologies plus faibles de zolpidem chez les femmes à cause d'incidents dus à un métabolisme plus



lent. Il est possible que la séparation de la famille rende les femmes plus sensibles au stress de l'isolement et à la dépression. Cependant, il est possible qu'elles soient davantage soutenues par les autres membres. Les hommes, quant à eux, peuvent avoir tendance à exprimer l'isolement psychosocial par la colère, par la non-coopération et par les conflits. Ces différences entre les sexes, dans les aspects comportementaux sur Terre, ne sont pas retrouvées dans l'espace. Il n'y a pas de preuve que les astronautes éprouvent le même risque de dépression et de troubles anxieux qu'en population générale du fait du dépistage et de la sélection. De plus, on ne sait pas quel impact a l'espace sur les troubles prémenstruels. Toutefois, il convient de tenir compte des effets de changements gravitationnels et des rayonnements sur la fonction ovarienne chez la femme et sur la gamétogenèse chez l'homme. La littérature a étudié ces fonctions chez les mammifères non-humains. Il est possible que des altérations entraînent un changement d'humeur. Les études antarctiques montrent des résultats mitigés, mais les données démographiques ne sont pas similaires aux astronautes [52].

Dans un incident très médiatisé, un astronaute homme et une astronaute femme ont été licenciés du corps des astronautes en raison de leurs actions interpersonnelles. Il est important que des services de santé comportementale efficaces soient fournis aux astronautes et à leurs familles tout au long de leur mandat dans le programme spatial et que l'on ne généralise pas les différences entre les genres en matière de santé comportementale sur la base d'une situation isolée puisque peu d'études ont eu lieu dans l'espace à ce sujet [52].

Les hommes et les femmes de groupes antarctiques ont obtenu des scores plus faibles de neuroticisme (le neuroticisme est la tendance persistante à vivre des émotions négatives telles que l'anxiété, la colère ou la dépression) et des scores plus élevés sur les traits de personnalité positifs, en comparaison aux groupes normatifs témoins. Les scores n'étaient pas significativement différents selon le genre. Dans une expédition entièrement féminine, les traits de personnalité indiquant une faible réactivité au stress et des scores plus élevés sur les facteurs positifs par rapport aux facteurs d'émotivité négatifs étaient similaires aux résultats obtenus avec une équipe d'expédition entièrement masculine. Les scores sur la motivation à réussir avaient tendance à être relativement plus élevés dans les équipes entièrement masculines, bien qu'égaux ou supérieurs aux normes de population pour ces deux genres [52].

La littérature polaire soutient que les femmes ont tendance à assumer un rôle plus coopératif et de soutien dans leurs interactions avec les autres membres de leur groupe. Elles font preuve de sensibilité et de préoccupation quant au bien-être des autres. Des études sur des équipes uniquement masculines rapportaient soit des liens concurrentiels, soit des liens coopératifs. Concernant le rendement et la satisfaction au travail, les femmes rapportaient une expérience interpersonnelle un peu plus difficile. Les hommes ont obtenu de meilleurs résultats sur la mesure de la performance lors des tâches. Une autre étude a montré que les femmes avaient une meilleure adaptation. Des études de compatibilité sociales ont montré des résultats différents à propos de l'homogénéité ou de l'hétérogénéité des genres. La petite taille d'échantillons et la stricte comparaison entre les équipes de même genre et les équipes mixtes empêchent toute interprétation significative de ces résultats [52].

L'inclusion des femmes dans les groupes de travail en Antarctique a eu un effet positif sur le climat du groupe, bien qu'il y ait eu une augmentation des tensions sexuelles. Les femmes dirigeantes ont perçu bien moins de soutien que les dirigeants masculins. À bord de l'ISS, les hommes ont montré une plus grande positivité que les femmes dans l'ensemble, et en particulier au cours des premiers et quatrièmes trimestres des expéditions. La stabilité émotionnelle s'est avérée être l'une des caractéristiques d'une adaptation réussie. Ainsi, alors que les femmes sont généralement plus réactives au stress, peu de recherches ont examiné si les types spécifiques de facteurs de stress au cours de vols spatiaux et en condition de microgravité présentaient des tendances similaires [52]. Longtemps, les femmes ont été exclues des sous-marins. Depuis 2010, elles peuvent servir à bord des sous-marins américains et depuis 2017, à bord des sous-marins français. Les années à venir permettront de mieux saisir les interactions mixtes en milieu subaquatique.

## Enjeux culturels

### Différences culturelles

Les différences culturelles américano-russes représentent un ensemble supplémentaire de facteurs de risque. Elles comprennent, entre autres, les valeurs culturelles, l'expressivité émotionnelle et les normes d'espace personnel. De plus, les tensions liées à la culture peuvent accroître la probabilité de détresse et de déficience. De tels facteurs pourraient influencer sur le fonctionnement individuel et interpersonnel des membres d'équipage et du personnel de contrôle de mission, dont le rendement est essentiel à la sécurité et au succès de la mission [51].

Les astronautes et les cosmonautes sont choisis pour leur rusticité, mais subissent beaucoup de stress. Il est donc naturel qu'au cours des dernières décennies, l'expérience de détresse n'ait pas été rare lors de missions de longue durée. Il en résulte des anomalies personnelles, interpersonnelles et comportementales. Contrairement aux missions Shuttle-Mir ou Apollo-Soyouz, les missions actuelles de l'ISS sont entièrement internationales. Chaque équipe comprend au moins un astronaute américain et un cosmonaute russe. La station est constituée, entre autres, de segments russes et américains. Les centres de contrôle de ces deux nations dirigent conjointement les opérations. Les expériences scientifiques russes et américaines ont la même priorité [51]. À l'ère de la coopération internationale, les différences culturelles peuvent être atténuées par la formation linguistique et technique que partagent les astronautes (cf. figure 11). Les astronautes de différents pays partagent un corpus de connaissances, d'attentes et de compétences communes qui contribuent à la microculture de l'équipage spatial. De telles microcultures émergent au fur et à mesure que les équipages explicitent les valeurs et les normes de comportement, souvent au détriment de membres considérés comme déviants. Ces microcultures sont inhérentes à l'expérience partagée et à l'excitation des vols spatiaux. Elles contribuent de façon importante à améliorer la communication entre les membres d'équipage [16]. L'actualité récente montre à quel point la coopération est soumise à des enjeux complexes. La Russie a indiqué vouloir quitter l'ISS après 2024 et l'incertitude plane sur le futur des programmes de coopération internationale.

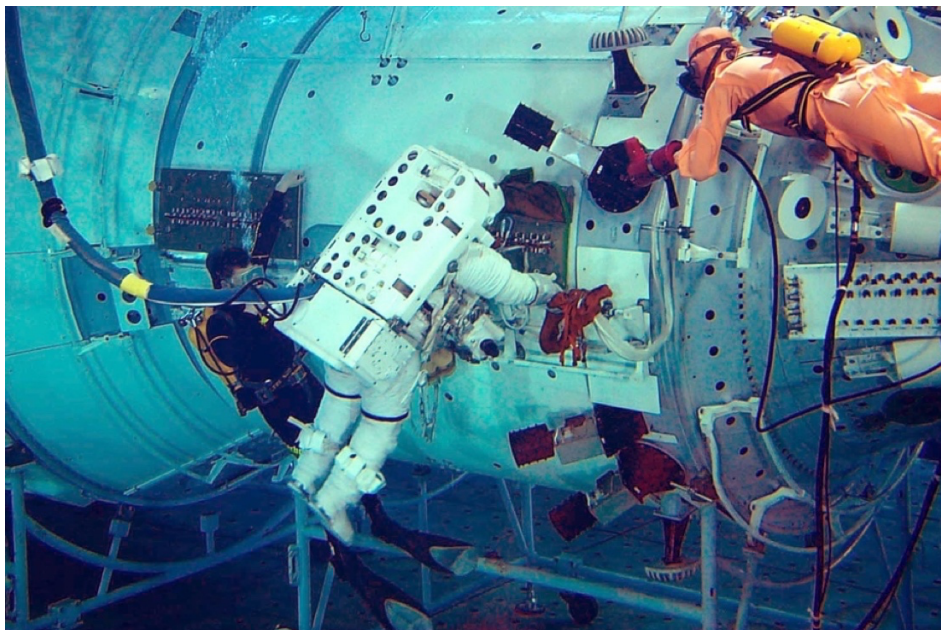


Figure 11 : Astronaute américain simulant une EVA dans l'Hydrolab de la cité des étoiles à Moscou.

© NASA

### Valeurs culturelles

Les valeurs culturelles sont les croyances partagées sur ce qui est juste ou souhaitable dans une société (par exemple le collectivisme, l'individualisme, la hiérarchie ou l'harmonie). Les différences de valeurs culturelles sont importantes parce qu'elles reflètent les motivations des individus et prédisent leur comportement. Les études transnationales montrent que, par rapport aux Américains ou aux Européens occidentaux, les Russes tendent à moins favoriser l'individualisme et à valoriser le collectivisme, le pouvoir, la distance, le paternalisme et l'évitement de l'incertitude. Le personnel aérospatial de différents pays est sélectionné à l'aide de critères similaires (aptitude aux tâches par exemple). Ces critères ne comprennent pas les valeurs culturelles de base. Ainsi, les différences transnationales sont susceptibles de persister tout au long d'un processus typique de sélection et de formation. La formation des astronautes tend à être plus didactique en Russie et plus pratique aux États-Unis. Au cours du programme Shuttle-Mir, on retrouvait des différences russo-américaines en matière de soutien des dirigeants, d'orientation des tâches, de pression au travail et de management [51].

À l'instar des différences entre les genres, la variabilité au sein du groupe peut être plus grande que la variabilité entre les groupes. Au sein d'un même équipage, les contrastes de personnalité ou d'autres particularités individuelles peuvent produire davantage de contraintes que les facteurs culturels. Il existe des preuves que les différences russo-américaines ont affecté les missions conjointes. Durant le programme Shuttle-Mir, des différences systématiques russo-américaines dans le style de relations entre les membres d'équipage et le personnel du contrôle de mission ont été constatées. Ces différences semblent avoir été source de tension et de désaccord ayant mis à rude épreuve la capacité de l'équipage international à préparer une réponse optimale, unifiée et efficace aux urgences survenues sur la station Mir [51].

### Compétences en langues étrangères

Des études montrent que le personnel du programme spatial russe a tendance à être plus souple que leur homologue américain lorsqu'il s'agit de travailler dans des équipes bilingues [51]. Toutefois, une autre étude rapporte que les astronautes américains sont plus tolérants aux différences de dialectes que leurs homologues russes. Lors de sa mission sur Saliout 6, le Tchèque Vladimir Remek, a rapporté qu'il était considéré comme un étranger quand il essayait d'échanger avec les Russes. De la même manière, les cosmonautes russes ont signalé un sentiment inconfortable quand un astronaute étranger embarquait à bord de la station Saliout [10].

### Personnalité

Une structure fondamentale de cinq facteurs de personnalité s'est avérée être remarquablement invariante dans toutes les cultures et a été validée en Russie. Cela signifie que la structure de base de la personnalité a une validité interculturelle, même si les scores varient en fonction de la culture. Les Américains ont tendance à obtenir des résultats élevés en matière d'extraversion et d'ouverture. Les recherches antérieures sur le personnel impliqué dans le programme Shuttle-Mir ont révélé que les Russes semblaient être plus réactifs que les Américains. En effet, lorsqu'ils signalaient un incident critique, les cosmonautes russes évaluaient l'impact de l'incident - sur eux-mêmes et sur leur groupe - comme étant plus important que celui évalué par les Américains. Toutefois, cette différence n'a pu être confirmée statistiquement compte tenu des échantillons de petite taille [51].

### Bien-être subjectif

Le bien-être subjectif désigne ici la santé mentale perçue et prend en compte son antonyme, la détresse mentale. Globalement, les Russes recensent plus de détresse en population générale [51].

### Expressivité émotionnelle

Les Russes sont relativement plus expressifs que les Américains et les individus d'autres pays occidentaux. Lorsque le MMPI a été normalisé pour la population russe, le seuil de significativité clinique a dû être élevé sur l'échelle de dépression parce que les Russes étaient plus enclins à signaler les affects dépressifs. Ceci n'a pas été documenté dans l'espace [51].

### Normes d'intimité et d'espace personnel

Il n'existe aucun mot pour « vie privée » en russe, et peu de concept pour le décrire. On ne sait pas si ces différences existent entre les membres d'équipage de l'ISS. Les Russes ont tendance à vivre dans des espaces plus petits. Les normes d'hygiène personnelle viennent s'ajouter à la question de l'espace personnel. Les Américains ont tendance à prendre des bains plus souvent que les autres groupes culturels, y compris les Russes. Les Américains utilisent plus d'eau à cette fin. Les enquêtes internationales et les rapports anecdotiques soulignent que les différences dans les normes d'hygiène peuvent être une source d'irritation et de tensions interpersonnelles parmi les équipes spatiales [51].

### Normes de genres

Le respect des rôles traditionnels de genre varie selon les cultures et tend à être plus fort chez les Russes que chez les Américains. De telles différences ont été à l'origine de tensions dans les équipages internationaux en milieu spatial et dans les environnements ICE. Les équipages mixtes pourraient avoir un répertoire plus large de styles de leadership disponibles. Dans de nombreuses cultures nationales, les deux genres sont socialisés différemment, de sorte que les femmes ont tendance à être plus habiles pour ce qui est d'améliorer les relations et les hommes pour ce qui est des fonctions instrumentales. Il s'agit de deux rôles de leadership importants qui peuvent influencer sur la cohésion du groupe au fil du temps [51].

Des clichés sexistes ont été rapportés, à bord de la station spatiale russe Saliout 7, quand une cosmonaute femme a été accueillie avec des fleurs et avec un tablier pour qu'elle prépare le repas [10]. De plus, le chef des cosmonautes aurait déclaré que les vols spatiaux étaient trop exigeants pour les femmes. Un cosmonaute de Saliout 7 a écrit, lors d'une mission de 211 jours, à propos de son homologue féminin « nous avons attendu qu'elle fasse son apparition, et tout comme une femme, elle n'arrêtait pas de se pomponner » [17]. Les facteurs sociaux et culturels peuvent jouer un rôle dans la cohésion et la tension à bord [10].

### Relations personnelles avec les collègues

Les astronautes américains tendent à adhérer à des rôles bien définis. Ils attendent d'un nouveau professionnel qu'il interagisse, spontanément et de la même façon qu'eux, avec leurs homologues

russe. Par conséquent, en l'absence de formation culturelle, les Américains ont tendance à sous-estimer l'importance des relations personnelles pour mener un travail productif avec leurs collègues russes [51].

### *Effets des différences culturelles sur la santé mentale pendant les missions spatiales*

Les différences culturelles pourraient également être source de stress et de détresse pour les équipages internationaux, en raison de malentendus, d'un sentiment d'isolement culturel, et de relations plus ou moins harmonieuses. On retrouve dans la littérature ethnopsychiatrique et épidémiologique des différences entre les cultures dans la manière dont les symptômes se regroupent et dans la modélisation des syndromes psychiatriques. Cela peut entraîner des difficultés de sélection puisque les médecins d'une autre culture pourraient mal diagnostiquer des troubles. Il existe un syndrome pour lequel les cosmonautes russes sont surveillés : l'asthénisation psychique. Celui-ci est considéré comme une forme légère et réversible de neurasthénie. En plus de la dépression et de l'irritabilité, les troubles neurasthéniques comprennent un spectre de caractéristiques psychosomatiques comme la fatigue, la faiblesse, la douleur, les maux de tête, les troubles du sommeil et une sensibilité accrue aux stimuli. En Russie, l'asthénisation psychique et l'asthénie sont considérées comme une forme courante de maladie par les profanes et par les cliniciens. La neurasthénie est considérée comme un trouble mental dans les systèmes de classification psychiatrique russe et européen, mais pas dans le système américain puisqu'il n'est pas mentionné dans le DSM-IV. De même, il y a débat en Russie sur la pertinence des modèles américains pour décrire les troubles psychiques présents dans la population russe. Selon la conception américaine de la détresse psychique, la dépression est souvent liée à l'anxiété. Dans une analyse de données sur l'état des humeurs recueillies au cours des missions Shuttle-Mir, des différences russo-américaines de répartition des symptômes ont été retrouvées. Ainsi, la fatigue a été associée à la dépression dans les trois échantillons russes, mais pas dans les deux échantillons américains. Aussi, l'anxiété était associée à la dépression dans les deux échantillons américains, mais dans aucun des trois échantillons russes. En outre, la colère et l'irritabilité seraient plus fortement liées à la dépression chez les Russes [51].

### *Le contrôle par le compromis*

Les systèmes culturels des stations de recherche en Antarctique sont à la fois le produit d'une négociation entre les besoins individuels et groupaux, et un ensemble de règles normatives et pragmatiques régissant ce processus. Ce processus favorise l'acquisition de nouvelles stratégies et de nouvelles ressources pour faire face aux expériences stressantes ultérieures. L'échec des négociations entre les besoins individuels et collectifs se traduit par un mauvais rendement au travail, des conflits entre les cliques sociales, un moral bas, une recrudescence de la symptomatologie psychique et l'ostracisme des membres déviants. Si l'isolement de la famille et des amis est une difficulté à laquelle tous les membres d'équipage doivent faire face, l'isolement des autres membres est particulièrement stressant [12].

La recherche a mis en évidence un certain nombre de modérateurs de la relation stress-maladie. Ceux-ci comprennent des caractéristiques de la personnalité comme la maîtrise, le contrôle, la cohérence, l'impuissance et l'autonomie, et des caractéristiques du soutien social comme le type, la quantité et la qualité du soutien reçu. Bien qu'il n'y ait pas d'habitant permanent ou indigène, il y a un certain nombre de « microcultures » sur le continent antarctique depuis 1898 (première expédition *Belgica* en 1898-1899) et une présence humaine continue depuis le milieu des années 1950. L'expérience humaine en Antarctique offre l'occasion d'adopter une approche processuelle et interactionniste dans l'examen du contexte social et culturel de la relation stress-maladie [12].

Du fait de la faible possibilité d'exercer un contrôle sur certains paramètres - comme les effets physiologiques de la haute altitude ou de l'obscurité prolongée sur l'humeur et le sommeil -, les hivernants interprètent ceux-ci comme indépendants de leur volonté. En revanche, les militaires se plaignent de leurs rôles mal définis. Les marins sont contraints de compter sur la bonne volonté de leurs homologues civils pour obtenir des outils, des fournitures, des espaces de travail et des équipements. Même si les relations entre les militaires et les civils sont plutôt bonnes, il est possible que les militaires se perçoivent comme dépendants, subordonnés et privés partiellement de contrôle sur leur travail et leur vie. En raison de ces contraintes groupales et individuelles, de nombreux symptômes peuvent être interprétés comme résultant d'un manque perçu de contrôle sur l'environnement social et physique. Le manque de contrôle perçu sur les événements contribue au développement de symptômes de peur et d'anxiété. Par exemple, lorsque des hivernants ont quitté la station McMurdo sans prévenir pour aller au mont Erebus, ils ont été écartés à leur retour car ils auraient pu mettre en danger l'ensemble du groupe. En 1982, plusieurs hivernants ont ressenti de la peur et de l'anxiété à la suite d'un accident lorsque leur véhicule est tombé à travers la glace dans les eaux du détroit de McMurdo. De nombreux individus attribuent les symptômes du syndrome mental d'hivernage à l'incapacité des membres d'équipage à contrôler les événements se déroulant chez eux, en particulier les événements impliquant des proches. Certains hivernants sont même dans un état de léthargie. Du fait d'un locus de contrôle externe et d'un vécu de « soutien-subalterne » par rapport aux civils, des recherches ont montré que le personnel enrôlé présente les symptômes les plus graves du syndrome mental d'hivernage. D'un point de vue adaptatif, les symptômes de ce syndrome peuvent être vus comme une incapacité à faire face aux limitations de contrôle [12].

Certaines stratégies d'adaptation jugées inadaptées en société peuvent être considérées comme adaptées en Antarctique. Ce fut le cas lorsqu'un membre a eu une relation extra-conjugale lors de forts conflits avec son épouse par lettres interposées ou lorsqu'un autre membre a vendu des t-shirts sur lesquels il était inscrit « j'ai vu Chris » (Chris, un hivernant, travaillait la nuit à son poste de travail et n'a jamais mangé ni participé aux activités récréatives avec les autres membres). De même, des stratégies perçues comme adaptées dans la société peuvent être jugées inadaptées en Antarctique. En effet, faire des plaisanteries fréquentes peut révéler une immaturité, et un manque d'autonomie et d'autosuffisance [12]. En outre, le contrôle peut avoir une signification différente. Les hommes estiment que les femmes exercent un contrôle accru sur le développement de relations sociales intimes avec les membres du sexe opposé et obtiennent un soutien émotionnel - voire une forme de protection - grâce à ces relations. Les femmes ont, quant à elles, le sentiment d'avoir moins de contrôle parce qu'elles sont moins nombreuses. Pour les scientifiques et le personnel de soutien, le contrôle représente l'autonomie et l'indépendance. Pour les militaires, il signifie l'ordre et la subordination à une structure de commandement [12].

Le paradoxe est que l'exposition aux facteurs de stress environnementaux et sociaux présente des risques à court terme et des avantages à long terme. Pour faire face à des expériences stressantes ultérieures, certaines personnes apprennent une combinaison de compromis et de stratégies de contrôle. On peut dire que le contrôle est maintenu par le compromis, car il n'y a jamais de contrôle absolu. Faire face implique un certain degré d'autosuffisance et de contrôle des ressources sociales et économiques. L'expérience des environnements ICE est à la fois un phénomène individuel et social. Si les systèmes culturels définissent quelles ressources et stratégies sont appropriées et efficaces pour répondre aux facteurs de stress externes, une certaine variation dans le rôle de la personnalité et du soutien social en tant que modérateurs de la relation stress-maladie est à prévoir. En effet, chaque culture élabore son propre système de croyances et de sanctions - ce qui en fait une institution -, pour permettre aux individus de faire face au stress environnemental. Il se peut même que les symptômes (dépression, somatisation) représentent un moyen de faire face quand d'autres stratégies ont échoué. Ainsi, bien que la santé puisse être une mesure de la capacité d'une population à s'adapter à son environnement, la maladie n'est pas nécessairement une mesure de l'incapacité à s'adapter. Autrement dit, si les symptômes psychiques représentent parfois une incapacité à s'adapter à l'environnement, ils peuvent eux-mêmes faire partie du processus d'adaptation [12].

## Prévention et perspectives : améliorer l'adaptation humaine aux environnements ICE

### Sélection et formation

Assurer la santé psychologique des membres d'équipage de missions spatiales de longue durée commence par la définition de critères de sélection efficaces. Ceux-ci doivent se baser sur l'activité et le cycle de la mission, et doivent tenir compte de la composition de l'équipage [28]. Les procédures de dépistage et de sélection psychiatriques et psychologiques visent à réduire la probabilité de morbidité psychiatrique lors des missions en milieux ICE. Les candidats ayant des antécédents personnels psychiatriques, des symptômes psychiatriques ou étant à risque d'en développer sont disqualifiés. En effet, les sous-marinières qui ne s'adaptaient pas et étaient disqualifiés avaient tendance à souffrir davantage de dépression et de troubles interpersonnels que ceux qui s'adaptaient [16].

L'autre enjeu des sélections psychologiques est de sélectionner des personnes aux caractéristiques prédisant une performance optimale dans les milieux ICE. La stabilité émotionnelle (faible niveau de neuroticisme), la compatibilité sociale et la capacité à accomplir les tâches sont des facteurs prédictifs d'adaptation. Le besoin d'ordre - qui est une forme de rigidité - est inversement associé à la stabilité émotionnelle et au leadership. Le besoin d'accomplissement est inversement associé à la compatibilité sociale. En outre, les réactions psychophysiologiques de résistance au stress, lors de sauts en parachute ou de vols paraboliques, revêtent une importance particulière pour les vols spatiaux [16].

Dans les années 1970, les traits de personnalités des candidats astronautes de la NASA ont été classés en trois groupes [16] :

- Les *Right Stuff* (« bons éléments ») étaient les candidats avec un fort taux d'instrumentalité positive (ensemble d'attributs reflétant l'orientation vers un certain niveau de performance et d'indépendance), d'expressivité positive (reflétant la chaleur humaine et la sensibilité interpersonnelle), de maîtrise (préférence pour les tâches exigeantes et recherche de l'excellence), et de travail (désir de travailler et de faire du bon travail). Ces candidats avaient de faibles taux d'instrumentalité négative (arrogance, hostilité et sentiment d'invulnérabilité interpersonnelle), et d'agressivité verbale (sujets tatillons, se plaignant, ou ayant des attitudes de harcèlement).
- Les *Wrong Stuff* (les « mauvais éléments ») manifestaient des niveaux élevés de compétitivité (préférence pour les tâches avec des gagnants et des perdants clairs, désir de surpasser les autres), une instrumentalité négative, de l'impatience et un faible niveau d'expressivité positive.
- Et les *No Stuff* (« pas de substance ») présentaient de faibles taux d'instrumentalité positive, d'expressivité positive, de maîtrise, de travail et de compétitivité, ainsi que des niveaux élevés de communication négative (égoïsme, soumission, manque d'assurance) et d'agressivité verbale.

Une longue tradition de recherche a mené à l'identification de caractéristiques individuelles susceptibles de prédire l'adaptation et la performance optimales. Plusieurs traits individuels sont associés à une stabilité émotionnelle élevée, à la capacité à accomplir des tâches et à la compatibilité sociale dans les expéditions à long terme. Néanmoins, les mesures de base de la personnalité, du stress et de l'adaptation sont de faibles prédicteurs prospectifs du comportement et de la performance, puisque ces performances sont davantage affectées par les caractéristiques situationnelles des milieux isolés, confinés et extrêmes que par la stabilité des traits individuels [18]. Ainsi, les caractéristiques stables de la personnalité sont moins prédictives du comportement et de la performance en milieux ICE, que l'existence antérieure de symptômes dépressifs [16].

La compétence et la compatibilité culturelles doivent aussi être reconnues lors de la sélection et lors de la composition d'équipages spécifiques [51]. En accordant plus d'attention aux différences culturelles, les problèmes sont susceptibles d'être détectés plus tôt alors qu'ils sont encore discrets, résolubles, et n'atteignent pas de proportion pathologique majeure. Le personnel en santé mentale qui appuie une mission internationale spatiale devrait être formé à ces questions. Par exemple, les médecins américains devraient être formés à reconnaître les premiers signes d'asthénisation psychique [51]. La sélection permet souvent d'éviter de fortes tensions interpersonnelles. Cependant, elle sera moins rigoureuse à l'avenir. Avec l'émergence du *NewSpace* (SpaceX, Blue Origin, etc.), les astronautes ne sont pas toujours des employés de carrière de la NASA ou d'autres agences gouvernementales. Il convient de mettre au point des moyens rapides de dépister les candidats qui ne conviennent pas et de repérer les personnes compatibles, en tenant compte des considérations intrapsychiques et interpersonnelles [17].

Une fois sélectionné, l'équipage devrait avoir le temps de travailler ensemble et de tisser des liens en tant que groupe. Ce modèle suppose des groupes de petite taille (allant de 2 à 7 membres) [28]. La composition d'un équipage multiculturel avec un faible niveau de névrosisme et encourageant les structures de groupe « centre-périphérie » peut être intéressante [14]. Il est probable qu'avec l'essor des programmes spatiaux, les missions s'allongent et les équipages soient plus nombreux. La dynamique de groupe évoluera et exigera une approche différente en matière de sélection et de formation. Des auteurs suggèrent une série d'évaluations au cours de la sélection en fonction de la capacité d'une personne à faire face aux facteurs de stress psychologiques. D'autres suggèrent d'utiliser des données interculturelles dans le cadre de la sélection et du soutien aux astronautes [28].

La formation individuelle et collective facilite l'adaptation psychologique à l'expédition grâce à une confiance accrue en soi [18]. L'entraînement en équipe peut favoriser le sentiment de familiarité et de cohésion, ce qui réduit la probabilité que des sous-groupes et des boucs émissaires apparaissent. Ainsi, la NASA accorde de l'attention à l'égard de la capacité à performer individuellement, mais aussi, de plus en plus, à travailler en équipe [16]. La formation doit promouvoir l'interdépendance et le lien. Ces activités aideraient les membres d'équipage de différentes cultures à se comprendre plus rapidement [51]. Avant la mission, une formation sur la gestion du stress pourrait permettre de prendre connaissance des symptômes (comme l'agressivité) et des dynamiques de groupe (comme le risque de désigner des boucs émissaires). La formation de compétences interpersonnelles comme l'affirmation de soi, la gestion de la colère, les stratégies d'adaptation - tel le développement de la tolérance ou de la stabilité émotionnelle -, l'autonomie, la compétence dans les tâches et la compatibilité sociale pourrait avoir un intérêt [29]. Le personnel en santé mentale du programme spatial russe évalue continuellement les membres d'équipage au cours de leurs activités routinières de formation et de socialisation, et surveille les incompatibilités. Ces évaluations ont entraîné des changements dans la composition des groupes, même après la sélection des équipages [51].

Les facteurs culturels et psychologiques jouent donc un rôle particulièrement important dans la réussite de la mission. Même si nous avons beaucoup appris sur la manière de travailler ensemble, des différences fondamentales persistent et causent des tensions. De plus, les effets de ces tensions peuvent ne pas être détectés avec exactitude, dès le départ, si la méthode d'évaluation comporte un biais culturel [51]. Les tests psychologiques préalables et l'éducation à la santé pourraient promouvoir les compétences psychosociales et pourraient être régulièrement actualisés [39]. Ces facteurs seront d'autant plus importants à mesure que nous nous préparons pour des missions d'exploration beaucoup plus longues vers Mars, et au-delà. Mieux prédire, prévenir et traiter la détresse psychique améliorera la sécurité des missions spatiales de longue durée [51].



## Contre-mesures

### Promotion du bien-être

Compte tenu de l'éventail des conditions et des facteurs de stress environnementaux, opérationnels et psychologiques, on s'attend à ce qu'il n'y ait pas de contre-mesure unique qui serve de remède miracle. De multiples méthodologies et approches pourraient être combinées dans une boîte à outils, adaptable de manière flexible, pour répondre aux besoins des individus et des équipages [15].

Les contre-mesures comprennent, sans s'y limiter : la conception de l'habitat (par exemple : éclairage, espace personnel et social), l'exercice physique, les considérations relatives aux cycles et à la charge de travail, les horaires de sommeil et de repos, les techniques de relaxation, les jeux vidéo, les divertissements [15], la réalité virtuelle (des recherches préliminaires montrent que la diffusion de scènes de nature en réalité virtuelle peut améliorer l'humeur en vol et dans les environnements ICE [16]), les plantes, la nourriture et d'autres mesures d'augmentation sensorielle, les stratégies de maintien et d'amélioration de la cohésion d'équipe, ainsi que le soutien psychologique et familial [15]. Un environnement qui promouvrait un commandement ouvert et supervisé pourrait aider à régler les problèmes psychologiques émergents [39]. Enfin, pour contrer le mal du pays, des horaires modulables et davantage de communications privées avec la famille peuvent contribuer au bien-être, à la condition que cela n'interfère pas négativement avec les opérations de la mission [14]. C'est la raison pour laquelle, les communications personnelles avec la famille et les amis par le biais de mails ou de vidéos sont encouragées [18] [39].

En Antarctique, les chefs d'expédition ont mis à l'essai une multitude de mesures, dont des activités de loisirs, pour prévenir la détresse psychologique, réduire les mauvaises performances et promouvoir le bien-être des membres d'équipage. Toutefois, certaines de ces mesures, telles que l'accès à l'alcool pendant l'hiver polaire, ont en réalité réduit les performances individuelles et ont majoré les tensions sociales et les conflits [18].

### Habitabilité

Une étude des revues d'astronautes de l'ISS a mis en évidence la nécessité d'un espace - notamment lors des repas - facilitant la communication de groupe et renforçant la cohésion de l'équipe. La preuve qu'il est important de manger ensemble a mené à la création d'une norme sur les systèmes humains de la NASA. Celle-ci stipule que les membres d'équipage doivent avoir la capacité de soutenir la santé psychologique et le bien-être de l'équipage (normes de la NASA 7.1.2.5, *Dining Accommodations*). Une table a été conçue pour recevoir tout l'équipage sans créer accidentellement de tension. Raymond Loewy, un « consultant en habitabilité » des programmes Saturn-Apollo et Skylab, avait installé une table triangulaire dans le carré des officiers de Skylab, de sorte qu'aucun homme de l'équipe de trois personnes ne pouvait être à sa tête. Dans le contexte de l'exploration spatiale, il faudrait offrir des activités récréatives individuelles (par exemple, la lecture) et de groupe (par exemple, regarder un film). L'habitat devrait donc permettre ces deux types d'activités qui réduisent le stress [34].

### Stimulation sensorielle

Il convient de contrer les situations « d'ennui parfait » qui représentent une triple menace selon le modèle de Sells. Ce dernier affirme que l'isolement provient des privations sociale (par le manque de contact), sensorielle (du fait des environnements monotones) et spatiale (par exemple, avoir l'impression d'être piégé). Les contre-mesures stimulant les fonctions sensorielles pourraient être des espaces virtuels

dotés de caractéristiques terrestres, des divertissements, des surprises voire des plaisanteries, des plantes et des animaux de compagnie [14]. De plus, des repas adaptés aux préférences personnelles pourraient être préparés au moyen d'imprimantes 3D. La gravité artificielle et l'exposition périodique à des longueurs d'onde plus courtes de la lumière visible ou de la lumière bleue pourraient permettre de resynchroniser les rythmes circadiens modifiés par la monotonie environnementale [14]. La durée et la qualité du sommeil pourraient être améliorées grâce à un éclairage adapté aux longueurs d'onde des rythmes diurnes, à l'atténuation du bruit et à la planification du temps de sommeil [39].

### Soutien psychologique

La méthode la plus efficace pour prévenir les effets psychogènes pendant les expéditions polaires est probablement un programme de dépistage psychologique et de sélection des participants. Néanmoins, la formation des membres d'équipage aux stratégies d'adaptation personnelles, le travail en équipe, le leadership, le soutien psychologique aux victimes de traumatismes, les évacuations médicales par voie aérienne si nécessaire (habituellement limitées aux mois d'été), et les débriefings par des cliniciens sont importants [18].

Le programme spatial russe a été le pionnier du soutien psychologique en vol en organisant la tenue de divertissements, de loisirs et de contacts avec le sol. Les contre-mesures intéressantes sont le monitoring du comportement et du rendement en temps réel, l'entraînement sportif, la santé mentale numérique et les débriefings d'équipe [16]. La NASA élabore également des instruments de mesure de la fatigue et de la santé physique, puisque ces paramètres influencent le travail en équipe. C'est le cas des badges sociométriques qui mesurent la proximité des personnes et l'intensité vocale. Ces paramètres physiques et acoustiques sont susceptibles d'être des marqueurs d'émotion et de stress [16].

Si les communications sont coupées et que l'équipage devient totalement autonome au cours d'une mission, les membres peuvent faire l'expérience du « deuil ambigu ». Ce phénomène se produit lorsqu'un proche décède et que le deuil ne peut être clôturé (par exemple : prisonnier de guerre, disparu en mer dont le corps n'est pas retrouvé). Dans le cas des astronautes, ils auront perdu la communication avec la Terre et n'auront aucun moyen de connaître le sort de leur famille (ou inversement). Cela peut déclencher des troubles dépressifs ou des troubles du comportement chez l'individu concerné. Il est donc essentiel de fournir des outils de soutien émotionnel à l'équipage durant une mission. Certains auteurs suggèrent une approche par la psychologie positive [28]. Étant donné que les astronautes hésitent souvent à faire part de leurs difficultés interpersonnelles à des étrangers, un membre d'équipage pourrait être formé et affecté pour soutenir la santé psychique du groupe pendant le vol, tout comme un membre d'équipage est désigné comme médecin de mission. Il pourrait s'agir d'un poste à rotation, et idéalement à l'extérieur de la chaîne de commandement [51]. De nombreuses études ont souligné la nécessité d'un soutien post-retour à l'égard des membres d'équipage et de leur famille [28]. En effet, les conjoints réagissent parfois par la tension et la dépression, car ils doivent aussi s'adapter à la présence de leur partenaire absent depuis longtemps. Ce phénomène est notamment connu dans la Marine et a été appelé « syndrome des femmes de sous-marinières » [10].

### Pharmacologie

D'après les comptes rendus des astronautes de 79 missions de la navette spatiale (1981-1996), 44,7 % des traitements pris étaient à visée hypnotique. Les médicaments les plus utilisés étaient les benzodiazépines (témazépam 67 %, triazolam 10 % et flurazépam 7,5 %) ainsi que le zolpidem (10 %). D'après une étude portant sur l'utilisation des hypnotiques chez 85 astronautes des missions à bord de la navette spatiale et de l'ISS (2001-2011), 78 % des membres d'équipage de la navette spatiale ont

rapporté avoir pris un somnifère en vol. L'utilisation d'hypnotiques était signalée dans 60 % des nuits précédant une EVA. Parmi les 21 astronautes de l'ISS ayant participé à cette étude, 75 % ont rapporté avoir pris des hypnotiques. 83 % des somnifères ont été pris les nuits ordinaires. Les hypnotiques les plus utilisés étaient le zolpidem, le zolpidem ou l'association des deux. Cinq astronautes ont utilisé à douze reprises des psychostimulants (comprenant des médicaments à base de caféine et du modafinil). Ces prises étaient concomitantes, à deux reprises, à une EVA et, à quatre reprises, à un quart de travail [39].

La trousse médicale de l'ISS comprend un inhibiteur de la recapture de la sérotonine (ISRS) (sertraline), un inhibiteur de la recapture de la sérotonine et de la noradrénaline (venlafaxine à libération prolongée), deux benzodiazépines (lorazépam et diazépam), deux psychostimulants (médicaments à base de caféine et modafinil), un antihistaminique anticholinergique (diphénhydramine), trois hypnotiques (mélatonine, zolpidem et zaleplon) et deux antipsychotiques atypiques (ziprasidone et aripiprazole). Le *Center for Polar Medical Operations* a fourni une liste de psychotropes disponibles au sein des stations américaines antarctiques. On y retrouve : deux ISRS (fluoxétine et citalopram), un inhibiteur de la recapture de la dopamine et de la noradrénaline (bupropion), un tricyclique (amitriptyline), un anxiolytique (buspirone), un antipsychotique classique (halopéridol) et trois antipsychotiques atypiques (rispéridone, olanzapine et quétiapine). Une autre liste dressée par la *British Antarctic Survey* comprenait : un antidépresseur tricyclique (amitriptyline), un ISRS (fluoxétine), trois benzodiazépines (midazolam, diazépam, lorazépam), deux antiépileptiques à visée thymorégulatrice (gabapentine, carbamazépine), un anticholinergique (procyclidine), un hypnotique (eszopiclone), et un antipsychotique classique (chlorpromazine) [39].

La biodisponibilité orale des médicaments est susceptible d'être modifiée par la flore intestinale et par la microgravité, y compris lors de la vidange gastrique, comme cela a été prouvé avec l'ibuprofène et la prométhazine. Les conditions des vols spatiaux pourraient aussi avoir des effets négatifs sur la durée de conservation des produits pharmaceutiques. Cela soulève la question de nouvelles formes de stockage (par exemple, cryoconservation et protection contre les rayonnements). Enfin, la variabilité du métabolisme des médicaments souligne l'utilité de documenter les polymorphismes génétiques des astronautes. Des études plus approfondies sur les psychotropes pourraient permettre d'adapter les prescriptions en condition de microgravité [39].

#### Interventions psychiatriques

Après un accident, les sous-marinières consultent peu. Seuls 6 % d'entre eux en parlent à un médecin. Cela est dû à la crainte de perdre son aptitude à naviguer, mais aussi aux difficultés à évoquer la souffrance dans les unités militaires. Si les Cellules d'Urgence Médico-Psychologique (CUMP) sont déployées sur l'ensemble du territoire français, les dispositifs ont mis plusieurs semaines à fonctionner après la collision du SNLE Le Triomphant en 2009 avec le HMS Vanguard. Ce délai peut être expliqué par le fait que la dissuasion nucléaire repose sur la discrétion et que l'équipage est censé faire face à toute situation. Les troubles psychiques peuvent être perçus comme une menace faisant craindre l'erreur humaine dans un environnement hautement technologique où tout est régi par des consignes (cf. figure 12). L'organisation au sein des sous-marins semble avoir des effets protecteurs, mais n'empêche pas totalement l'apparition des troubles. Les facteurs protecteurs sont le volontariat, la sélection, un haut niveau de connaissances, un entraînement de qualité et une forte cohésion. Même s'ils sont rares, les troubles sérieux (TSPT, anxiété, troubles dépressifs, troubles cognitifs et liés au sommeil) existent et il faut les prendre en charge au plus vite. D'autant que la difficulté de soigner la maladie psychiatrique dans un sous-marin a aussi un retentissement sur le moral de l'équipage [27].



Figure 12 : Poste des torpilles du SNLE Le Redoutable, lieu hautement technologique et stratégique.

© Pixabay

Les interventions psychiatriques devraient comprendre une évaluation psychologique périodique (y compris du bien-être) par un membre d'équipage qualifié et une intervention thérapeutique précoce en cas de trouble psychiatrique. Le traitement pourrait comprendre à la fois une psychothérapie (par exemple : thérapie de soutien, thérapie cognitivo-comportementale, thérapie interpersonnelle) et des psychotropes. Les urgences psychiatriques pourraient être traitées de manière incisive par le biais d'interventions comportementales et de thérapie médicamenteuse pour désamorcer les situations potentiellement critiques. Des dispositifs de contention physique et une zone de surveillance intensive et d'isolement devraient être disponibles et identifiés. Certains troubles psychiatriques semblent possibles lors des missions de longue durée comme les troubles du sommeil et de l'éveil (troubles du rythme circadien, troubles du sommeil et insomnies), les troubles anxieux (par exemple le trouble panique), les troubles dépressifs (trouble dépressif majeur à tendance saisonnière et trouble dépressif induit par les médicaments), les troubles liés au stress et au traumatisme (trouble de l'adaptation, état de stress aigu, TSPT) et les troubles psychotiques (trouble psychotique induit par une substance ou un médicament, trouble psychotique bref, trouble schizophrénique). Les urgences psychiatriques identifiées dans les environnements ICE doivent être considérées comme susceptibles de se produire lors de missions spatiales de longue durée. Elles comprennent notamment l'agitation, le délire, l'intoxication et le sevrage, le syndrome sérotoninergique et le syndrome malin des neuroleptiques [39].

### **Apport de la psychologie positive**

#### Effets positifs

La recherche psychologique, en particulier en Antarctique, est passée de l'étude de la pathogenèse et de la santé psychologique à l'étude des différences individuelles, des ressources permettant la résilience, et des effets salutogènes qui permettent aux individus de faire face aux facteurs de stress [29].

Bien que les individus participant à des expéditions polaires puissent présenter des symptômes, des syndromes et des troubles à divers degrés, ils développent souvent des effets positifs. Ces derniers peuvent être divisés en deux grandes catégories : les caractéristiques intrinsèquement agréables en lien avec la situation et les réactions positives aux défis de l'environnement ayant été surmontés avec succès. Les réactions positives et négatives ne s'excluent pas mutuellement. Les personnes peuvent profiter d'une expérience même si elles montrent aussi des signes d'inconfort ou des symptômes psychologiques - et inversement -. Malgré les dangers et les privations, les explorateurs font souvent référence à la beauté et à la grandeur de la terre, de la glace et de la mer, à la camaraderie et au soutien mutuel de l'équipe, aux qualités admirables de leur chef, et au frisson d'affronter les challenges liés à l'environnement [18].

Une enquête australienne menée auprès de 104 résidents de l'Antarctique a révélé que, bien qu'un plus grand éventail de réactions négatives ait été répertorié, la plupart d'entre elles étaient peu fréquentes ; les événements positifs étant beaucoup plus courants [18] [21]. On retrouvait des variations mensuelles dans les rapports (charge de travail, déplacement hors de la station, accalmie). Les thèmes négatifs en novembre étaient clairsemés, certainement parce que certains hivernants rentraient en Australie, tandis que d'autres devaient finir leur travail. Ils espéraient une dernière excursion ou commençaient à dire au revoir aux autres hivernants avant leur retour. Il existait des différences significatives entre les groupes dans l'incidence des plaintes concernant l'autorité, l'humeur, la vie dans la station, la technologie et le malheur en général. Parmi les expériences positives, il existait des différences significatives à propos des excursions, des contacts avec la famille, des relations et de l'amour, des conséquences positives de l'hivernage ou de la photographie. Le seul élément inhabituel était les festivités de juin, le mois durant lequel les stations organisent des célébrations pour le milieu de l'hiver (*midwinter*). Les thèmes positifs dans les rapports étaient significativement plus élevés que les thèmes négatifs. La plupart des jours, les hivernants n'avaient rien de positif ni de négatif à signaler. Les variations des réponses avaient tendance à être chronologiquement proches des événements majeurs de la station, comme les départs de navires ou les festivités du milieu de l'hiver, mais les variations mensuelles dans les rapports ne pouvaient permettre de conclure. De plus, il existait des différences entre les groupes de ces stations. Selon la théorie du développement des groupes de Tuckman (1965), les nouveaux groupes passent par quatre étapes, au cours desquelles les membres établissent la tâche pour laquelle ils se sont réunis (*Forming*, « formation »), ensuite ils réagissent émotionnellement aux exigences de la tâche (*Storming*, « tension »), puis négocient les rôles intra et inter groupe pour développer la cohésion (*Norming*, « normalisation ») et résolvent les conflits avant de passer à la tâche suivante (*Performing*, « exécution »). Puisque les différents groupes ont des tâches distinctes et sont composés de personnes aux rôles différents, il est normal que les thèmes interpersonnels varient. Les résultats présentés dans cette étude témoignent de la résilience de la nature humaine [21].

Si l'expérience d'hivernage en Antarctique ne semble pas avoir d'effet néfaste à long terme, l'exposition à un tel stress peut conférer certains avantages à long terme pour la santé. Une étude a révélé, qu'après leur retour, les hivernants avaient un taux de premières admissions à l'hôpital 20 % moindre qu'un groupe témoin sur la même période. Le groupe des hivernants a présenté moins de premières admissions pour néoplasies (73 % en moins), de maladies endocriniennes, nutritionnelles et métaboliques (60 % en moins), et de maladies du système musculo-squelettique (44 % en moins). Les hospitalisations pour troubles mentaux étaient en baisse de 36 % et celles pour des blessures accidentelles diminuaient de 27 % [12] [16].

### Résilience

La résilience fait référence à l'aptitude à rebondir après le stress au niveau de fonctionnement précédent. La recherche sur la résilience comprend l'étude des processus cognitifs, de la stabilité émotionnelle et

des stratégies d'adaptation appropriées. Les individus résilients montrent des niveaux élevés d'estime de soi, d'optimisme, d'altruisme et d'humour. Ils conservent ou peuvent restaurer un fonctionnement intellectuel efficace, un comportement approprié et une stabilité émotionnelle [53]. La résilience et l'adaptation ont lieu dans l'environnement et se réfèrent à des moyens d'éviter ou de conjurer les effets négatifs [18]. Beaucoup de personnes demandent à repartir en mission [29]. En effet, 25 % des hivernants australiens reviennent en Antarctique, ce qui suggère que l'expérience est suffisamment gratifiante [21]. D'autres hivernants rapportent un sentiment de sérénité et d'épanouissement personnel [29].

L'exposition à long terme aux environnements ICE peut conduire à une augmentation de la confiance en soi, de l'autodétermination (c'est-à-dire être acteur de sa vie), du courage et de l'entraide. Ces effets positifs ont été rapportés chez les astronautes et les hivernants [16]. De plus, des hivernants ont rapporté avoir une plus grande autodiscipline, une plus grande adaptabilité, plus de tolérance, de patience, de compréhension de soi-même et d'incompréhension des autres [32]. Certains auteurs suggèrent plusieurs explications à cela. Premièrement, les milieux ICE ne sont pas beaucoup plus stressants que les autres environnements. Deuxièmement, les personnes sélectionnées et fortement motivées sont capables de maintenir de hauts niveaux de performance dans de tels environnements sur de longues périodes. Troisièmement, certaines personnes réussissent mieux que d'autres. Dernièrement, ces milieux génèrent des formes positives de réponses et d'adaptation qui sont bénéfiques et confèrent des avantages à long terme pour la santé [16]. Ainsi, l'amélioration des conditions de vie et la diminution des risques font que ces environnements ICE peuvent devenir moins stressants que les référentiels dits habituels. Toutefois, les membres de telles missions doivent rester sur leurs gardes puisque des incidents peuvent survenir lors de phases critiques, comme lors des EVA dans l'espace (cf. figure 13).



Figure 13 : En août 2022 un incident de combinaison a nécessité l'arrêt d'une EVA.

© NASA

### Salutogenèse et croissance post-retour

La salutogenèse est un terme inventé par le sociologue israélien Aaron Antonovsky, qui l'a comparé au mot pathogenèse [18]. La salutogenèse correspond à une amélioration positive de la santé mentale et émotionnelle au-delà du simple rétablissement du stress et des traumatismes [53]. La salutogenèse et la

croissance post-retour font référence aux effets à long terme de l'expérience et à des améliorations des caractéristiques ou des processus psychologiques. La salutogenèse et la croissance post-retour sont liées au concept d'eustress – désignant les effets positifs du stress, par opposition au *distress* ou stress négatif - décrit par Selye. Ces concepts sont liés au mouvement de la psychologie positive [18].

L'incubation au stress peut être salutogène. Des travaux émanant de la théorie de la crise et de l'entraînement à l'inoculation du stress appuient l'idée selon laquelle les facteurs de stress peuvent offrir une occasion de croissance psychologique, plutôt que de créer nécessairement un risque pour la santé psychologique et le bien-être [33]. Des effets salutogènes surviennent généralement lorsque des stratégies pour faire face à l'adversité ont été appliquées et réussies [11]. Les expériences salutogènes sont celles qui conduisent à une force mentale accrue, à davantage de perspicacité, à de meilleures relations aux autres, à la confiance en soi, à des valeurs humaines accrues et à de nombreux autres changements favorables. De telles expériences sont, comme le terme l'indique, génératrices de santé [18].

La croissance post-retour est une paraphrase du terme « croissance post-traumatique » créé par Tedeschi et Calhoun. L'idée initiale est que les expériences traumatisantes peuvent entraîner des changements positifs parmi des caractéristiques telles que les capacités d'adaptation et la résilience, l'estime de soi, la confiance en soi, les changements de perspective et de valeurs, ainsi qu'une conscience de soi accrue [18]. Ces effets ont été mentionnés dans les suites de vols spatiaux. Des astronautes ont aussi fait part d'un accroissement de leurs valeurs spirituelles, des relations étroites et chaleureuses avec les autres, et de la sollicitude à l'égard de l'humanité et de la Terre elle-même [53].

### **Défis et perspectives**

#### *Apport de la recherche en milieux ICE aux phénomènes sociétaux*

Bon nombre de problèmes de santé mentale sont superposables à d'autres milieux. Cependant, des problèmes psychiques et psychosociaux considérés comme insignifiants sont amplifiés dans les environnements ICE avec des conséquences potentiellement néfastes pour la santé, le bien-être, le rendement, la cohésion d'équipe et le succès de la mission. Une adaptation réussie peut engendrer des résultats psychosociaux positifs comme l'accroissement de l'efficacité, du courage et de l'empathie. Les avancées des méthodes de dépistage, de sélection, l'élaboration et la mise en œuvre de contre-mesures peuvent aider à prévenir ou à atténuer les effets psychosociaux négatifs et promouvoir les effets positifs [16]. Les environnements ICE offrent la possibilité d'étudier prospectivement l'évolution du cerveau et les changements comportementaux en accéléré chez les adultes en bonne santé, de les caractériser et de les suivre tout au long de la phase de récupération. Ainsi, ces milieux peuvent aider à comprendre les effets et la base biologique du déclin cognitif lié au vieillissement, de l'isolement social, des manifestations cliniques associées à une mobilité physique altérée ou des changements de modes de vie en réponse aux pandémies émergentes [15].

Certains auteurs ont fait une analogie entre les conditions de vie en environnements ICE et les personnes âgées vivant dans des logements collectifs comme les maisons de retraite. Les résidents vivent dans un espace limité et un environnement monotone. Ils ont une autonomie et une mobilité réduites, un faible contrôle sur leur environnement social et physique, un inconfort cognitif, des troubles de la vision, et parfois des troubles dépressifs. De plus, ils sont éloignés de leur famille et de leurs cercles sociaux. Cependant, il existe des moyens de s'adapter voire de tirer des bénéfices de ces facteurs apparemment négatifs. C'est ce que le sociologue canadien Erving Goffman a nommé en 1961 des « institutions totales ». C'est-à-dire des endroits dans lesquels un certain nombre de « personnes se trouvant dans une situation similaire, coupées de la communauté au sens large pendant un temps considérable, mènent ensemble un cycle de vie fermé et formellement administré ». Toutefois, on retrouve des différences.

Les astronautes retournent dans leur milieu et retrouvent leur famille et un statut. Les astronautes sont seulement quelques centaines et ont reçu une formation alors que des milliards de personnes expérimentent la vieillesse sans être formés. Tant pour les astronautes que pour les personnes âgées, il existe des interactions complexes entre les facteurs de stress et les caractéristiques environnementales, d'une part, et les structures sociales, d'autre part. Dans les deux groupes, l'impact négatif des facteurs de stress peut être compensé par une résilience personnelle, une conception environnementale appropriée et un bon soutien social. Ainsi, les effets du stress ne sont pas tous négatifs. Les crises personnelles et sociétales peuvent permettre le développement de comportements, d'attitudes et de capacités d'adaptation plus efficaces. Au cours des vols spatiaux, la maîtrise des facteurs techniques, intellectuels et émotionnels est essentielle au succès. La capacité des astronautes à exercer un contrôle approprié sur les activités et sur les objectifs spécifiques de la mission, ainsi que sur leurs responsabilités individuelles l'est également. L'autonomie améliore la satisfaction personnelle et la capacité à accepter les restrictions et les horaires exigeants de la mission. L'autonomie est sérieusement étudiée, du fait du décalage des communications et d'autres contraintes du contrôle au sol, pour l'exploration de l'espace lointain comme une éventuelle mission vers Mars. Le soutien social est la stratégie d'adaptation la plus fréquemment utilisée. Cependant, les limites en termes de proximité, de confidentialité et de propriété doivent être claires. En outre, il convient d'enrayer l'ennui et la monotonie qui s'accroissent au fur et à mesure de la mission. Un groupe confiné peut ainsi développer une culture commune qui améliore les liens au sein du groupe et le moral de ses membres [53].

#### *Développement de modèles prédictifs*

Bien que le comportement humain soit imprévisible, des modèles ont été développés pour prédire et anticiper certains points de défaillance. La modélisation de notre compréhension de la santé physiologique et psychologique, de la dynamique de groupe, des facteurs interculturels et de genres, ainsi que d'autres domaines sera un élément important de la recherche future [28].

La recherche fondamentale a d'ores et déjà tenté de prédire les comportements humains et la dynamique d'équipe. Pour conceptualiser ces phénomènes, des modèles prédictifs ont été élaborés à partir des neurosciences et des mathématiques.

Les environnements ICE fonctionnent souvent comme des microsociétés autonomes au sein d'écosystèmes isolés. Des modèles neurobiologiques ont tenté de décrire les interactions du milieu. Toutes les composantes du système sont présumées interagir et peuvent influencer positivement ou négativement la dynamique d'équipe par des voies directes ou indirectes. Des auteurs suggèrent que les systèmes neurobiologiques sont pertinents dans la compréhension de la dynamique sociale. De ce fait, ils théorisent la dynamique d'équipe dans le domaine des sciences d'équipe avec le modèle *Input-Mediator-Outcome-Input* (IMOI). Le modèle est conceptualisé comme un flux d'entrées (I), qui transitent via des médiateurs (M) jusqu'aux sorties (O), et deviennent ensuite des entrées (I), pour transcrire les performances d'équipe dans ces environnements fermés. Les intrants individuels comprennent des facteurs comme la personnalité, les connaissances, les compétences, les aptitudes et les antécédents d'apprentissage des membres de l'équipe. Les intrants au niveau de l'équipe comprennent la taille du groupe, la composition, les rôles et la structure du leadership. Les intrants au niveau organisationnel comprennent l'industrie (entreprise, militaire) et le contexte opérationnel (par exemple, bureaux, espaces virtuels, sites des terrains). Ensemble, ces intrants interagissent avec de multiples médiateurs qui influencent la dynamique sociale, le rendement de l'équipe et les résultats opérationnels. Les médiateurs comprennent les états affectifs du groupe (cohésion, confiance), les processus comportementaux (transition, action, comportements interpersonnels) et les processus cognitifs (par exemple : apprentissages en équipe, modèles mentaux partagés, et système de mémoire transactive). Les extrants comprennent le rendement individuel et d'équipe, la santé et le bien-être, ainsi que les résultats organisationnels comme le succès de la mission, la sécurité et la rentabilité. Comme



une mission se poursuit au fil du temps, les résultats de chaque épisode contribuent à façonner le processus et les états médiateurs de l'équipe tout en devenant une entrée contextuelle pour le prochain épisode. Dans la mesure où les environnements ICE sont des systèmes fermés, ils sont intrinsèquement multidisciplinaires dans le sens où toutes les composantes du système, peu importe leur origine, peuvent interagir et éventuellement influencer la dynamique d'équipe par des voies directes ou indirectes. Les intrants, en dehors de ceux traditionnellement décrits, comme la nutrition, l'exercice physique, les rythmes de sommeil/éveil/travail, la conception et l'aménagement de l'habitat sont aussi étudiés puisqu'ils peuvent influencer sur la dynamique sociale et sur la performance individuelle dans le modèle IMOI. Cela dit, même si le cerveau et les systèmes neurocomportementaux associés ne sont pas suffisants pour définir les phénomènes d'équipe, ils sont un substrat nécessaire à partir duquel les processus d'équipe et la dynamique sociale émergent [34].

De même, des modèles mathématiques, basés sur la théorie du chaos, ont été créés pour tenter de prédire le comportement humain. La modélisation de la prise de décision humaine implique cependant des concepts plus abstraits que des transformations mathématiques de paramètres environnementaux. Ces concepts comprennent les croyances, les désirs et les intentions, l'état émotionnel, le statut social et des hiérarchies de décision rapides et économes. Le comportement d'un individu est basé sur son interaction avec l'environnement dans lequel il travaille et dans lequel il vit. Selon ce modèle, le comportement de l'individu est le résultat de l'état physiologique individuel additionné au niveau de dynamique de groupe et au rôle de l'individu dans le groupe. Cette addition est tempérée (elle a comme dénominateur) par la durée totale de la mission. Le comportement du groupe est, quant à lui, le résultat du niveau de la dynamique de groupe additionné à la relation du groupe aux individus. Cela est tempéré par la durée totale de la mission. Comme dans le modèle individuel, plus le résultat est faible, plus un groupe est susceptible de voir son efficacité réduite ou inexistante. Ce modèle mathématique diffère du modèle individuel puisqu'il prend en compte les individus, leur niveau de maturité, ainsi que leur rapport avec le groupe et la mission [28].

#### *Une nécessaire approche multidisciplinaire*

Il est nécessaire d'avoir une approche multidisciplinaire et partenariale pour comprendre les enjeux individuels et groupaux, et progresser face aux défis de taille qu'imposent les environnements ICE. L'optimisation du rendement, au niveau de l'individu et du groupe, est cruciale et doit tenir compte des besoins particuliers de chaque membre de l'équipe et du système de manière proactive afin d'adapter et de mettre en œuvre des contre-mesures [34].

L'approche pathogène, qui se base sur des mesures psychométriques comme le MMPI ou des échelles de dépression, est intéressante mais les individus s'adaptent globalement bien et ont des avantages à long terme en matière de santé, de bien-être, d'autonomie et de réussite professionnelle. Les approches phénoménologiques et culturelles sont également pertinentes [29]. Culturellement, aux États-Unis et dans de nombreuses autres cultures, l'étude et l'acceptation de la santé mentale sont entravées par les préjugés, les fausses informations, la peur et l'ignorance. Il existe énormément de recherches dans les domaines de la psychologie, de la sociologie, de l'anthropologie et d'autres sciences qui contribueront à améliorer nos modèles de compréhension. Ceux qui ont étudié l'exploration spatiale, connaissent l'importance de la santé mentale et de la stabilité psychique pour mener avec succès une mission [28]. De plus, il serait intéressant de considérer l'impact stressant de l'environnement en termes d'interactions plutôt qu'en termes d'effets principaux [29].

Les êtres humains sont résistants et s'adaptent aux conditions environnementales les plus variées. Notre système cognitif est globalement fiable, robuste et flexible. Plus l'environnement s'écarte de l'optimum, moins nous avons de contrôle et plus nous y réagissons rapidement. Si le contrôle personnel est perdu, cela peut engendrer un stress. Celui-ci peut être pathogène, mais aussi neutre ou salutogène. Cela a récemment été identifié dans des domaines tels que la recherche polaire, sous-marine et spatiale [11]. De plus, la santé physiologique et psychique des astronautes sera mise à rude épreuve lors des missions spatiales de longue durée. Les facteurs de stress environnementaux s'accroîtront au fil de la mission et réduiront le niveau de performance de l'individu [28].

De nombreux défis se présentent pour limiter l'impact sur la santé cognitive et mentale lors des missions spatiales futures. Les facteurs à prendre en compte sont : les horaires de travail, les conflits interpersonnels, les effets culturels, les effets de la microgravité et des radiations à long terme, l'isolement extrême, la solitude, les contacts sociaux limités, le manque de soutien de la Terre du fait des retards de communication, le mal du pays, et les potentiels troubles psychiatriques comme la dépression et le TSPT [14].

L'attention portée aux facteurs de stress psychologiques s'est accrue à mesure que les programmes spatiaux ont compris leur impact sur l'exploration spatiale. Les premières recherches se sont concentrées sur la capacité des astronautes à accomplir des tâches. Les gestionnaires et les ingénieurs de la NASA considéraient que ces individus étaient des personnes « choses » (*thing-people*) plutôt que des personnes « humaines », de sorte que l'aspect psychocomportemental avait peu d'intérêt pour eux. Après avoir reconnu l'importance de cet aspect dans la réussite de la mission, les études ont commencé à explorer les types de personnalité qui s'adaptent le mieux aux conditions extrêmes, le bien-être psychologique et les interactions de groupe. Les programmes spatiaux se sont complexifiés et les pays ont coopéré. Ainsi, les équipages ne sont plus d'un seul genre ou d'une seule culture. Pour autant, les règles et les pratiques doivent être explicites pour un étranger. Après leur mission, les équipages internationaux avaient des remarques bien plus positives à propos du travail en équipe multiculturelle que ce qu'ils avaient écrit dans leurs journaux de bord. Les dernières recherches étudient l'importance de l'ajustement plutôt que de la compétence dans la réussite de la mission [28].

En outre, les facteurs psychosociaux comprennent les tensions résultant de l'hétérogénéité de l'équipage, la diminution de la cohésion au fil du temps, le besoin d'intimité, les types de leadership et le rapport aux autorités extérieures. Les facteurs socioculturels qui touchent les équipages confinés (comme la langue, les différences culturelles, les préjugés sexistes) devraient être explorés afin de minimiser les tensions et de maintenir un certain niveau de rendement. La motivation professionnelle doit également être examinée dans le but d'améliorer la cohésion et de prévenir la formation de sous-groupes, la désignation de boucs émissaires et le comportement territorial. Les périodes de monotonie et de réduction de l'activité devraient être abordées afin de maintenir le moral, de permettre une utilisation significative du temps libre et de prévenir les conséquences négatives d'une faible stimulation, telles que l'asthénie et le retrait des membres d'équipage. Les types de leadership et le rapport aux autorités doivent être davantage étudiés pour comprendre les facteurs menant au nivellement du statut, à la concurrence du leadership et à la confusion des rôles. Enfin, les relations inter et intra groupe doivent être analysées afin de minimiser le déplacement de la colère et de la tension vers l'extérieur, de contrer les effets dus à une mauvaise communication entre les groupes et d'élaborer des stratégies de soutien pouvant contribuer à résoudre les conflits au sein et hors du groupe [10].

Dans l'espace, il convient de renforcer les méthodes de dépistage et de compatibilité des équipages. Cela vaut également pour l'Antarctique [17] [18]. Les membres doivent être informés des problèmes psychologiques et interpersonnels pourvoyeurs d'échec de la mission. Cela permettrait d'être conscient des signes de danger et des stratégies d'adaptation efficaces [17]. Des lignes de conduite pourraient

être élaborées. Elles incluraient : l'évaluation et la classification des comportements adaptés et inadaptés, l'élaboration de protocoles pour fournir un soutien psychologique, ainsi que la formation des hibernants pour face au stress. De telles procédures devraient être conçues pour prédire et promouvoir les trois composantes essentielles d'une expédition polaire réussie : la capacité à accomplir des tâches, la stabilité émotionnelle et la compatibilité sociale [18].

Enfin, les interactions des membres d'équipage dans l'espace doivent être étudiées à différents stades de la mission, avec un intérêt particulier pour les différents types d'interactions (par exemple, des tâches neutres par rapport à l'affectivité sociale), les signes de tensions interpersonnelles, et le leadership formel ou informel [17]. Des contre-mesures axées sur les formations devraient être proposées pour accroître la connaissance, et faciliter la communication et la coordination des équipes lors de tâches. Cela est particulièrement vrai, lors des retards de communication. Ces contre-mesures peuvent diminuer le stress et la frustration [16]. Actuellement, on tente d'atténuer les contraintes par des méthodes comme l'ingénierie, la régulation des cycles temporels et photopiques, et en offrant des canaux de communication accessibles au monde extérieur [11]. Un intérêt particulier est porté à l'optimisation de la charge de travail, aux communications privées, aux imprimantes alimentaires 3D et à l'optimisation des expériences sensorielles [14]. Pour conclure, la formation aux urgences psychiatriques, telles que les réactions psychotiques aiguës ou les crises suicidaires, est à promouvoir. Lorsqu'un psychiatre ne peut être dans l'espace, une consultation psychiatrique via transmission audiovisuelle serait opportune. Ces communications ont été utilisées durant les missions Saliout pour aider les contrôleurs au sol à saisir les nuances subtiles d'humeur chez les cosmonautes [17].

## Discussion

---

Les auteurs menant des recherches écologiques sur les facteurs humains en milieux isolés, confinés et extrêmes sont peu nombreux. En utilisant des critères de recherche larges, cette revue systématique offre un état des lieux représentatif des données disponibles portant sur les troubles psychiques au cours des missions spatiales, antarctiques et sous-marines. De ce fait, les études incluses dans cette revue sont très hétérogènes. Il s'agissait principalement de revues narratives et d'études descriptives transversales et longitudinales. Quelques études étaient des comparaisons de cohortes cas-témoins. De plus, les abords théoriques étaient divers puisqu'ils comprenaient la psychologie, la psychiatrie, les neurosciences, la psychanalyse, l'anthropologie, la sociologie, la génétique, parmi tant d'autres.

La méthodologie faisait parfois défaut. En effet, du fait de l'absence de limite antérieure d'année de publication, certaines études étaient anciennes. L'étude la plus ancienne remontait à 1943-1944. Les concepts méthodologiques et théoriques étaient forcément différents ou manquants. Néanmoins, cette revue retrace l'évolution des connaissances à travers les décennies. Ainsi, certains troubles sont décrits selon une nosographie qui n'est plus d'actualité, ou au moyen d'échelles peu sensibles ou peu spécifiques. Au fil des décennies, les classifications ont changé et les échelles d'évaluation sont devenues plus fiables. Ce travail permet aux lecteurs de comprendre le cheminement qu'ont fait les chercheurs pour saisir les enjeux psychiques lors de missions spatiales, antarctiques et sous-marines. Cette revue est la première revue systématique s'intéressant aux troubles psychiques dans ces trois milieux.

Cette revue prend également en compte les aspects ethnopsychiatriques. En effet, des troubles comme le syndrome d'asthénisation psychique chez les cosmonautes sont décrits chez les Russes mais pas chez les Américains [51]. La compréhension des facteurs culturels et interculturels sont cruciaux dans de tels environnements pour développer des contre-mesures nécessaires aux missions futures.

Au-delà des caractéristiques d'isolement, de confinement, d'extrême et d'inhabituel, les milieux ICE et/ou EUE mettent en évidence le contraste entre ce qui est naturel et ce qui est artificiel. Or, la santé psychique et somatique est grandement influencée par les éléments naturels de l'environnement [5]. Sarris a évalué l'impact des éléments naturels sur la santé mentale, dans une version contemporaine de la théorie des humeurs. Il déclare que les environnements naturels sont bénéfiques pour la santé. Il propose, entre autres, d'exploiter la luminothérapie, les « bains de forêt », et les exercices dans les « espaces verts et les espaces bleus » pour favoriser la santé mentale [54].

Si l'environnement artificiel est hautement technologique et contraignant pour un individu, certaines situations combinent l'artificiel et le naturel, et rendent le naturel encore plus important. C'est le cas d'expériences extatiques comme l'*overview effect*. Certains astronautes développent une forme de conscience planétaire où l'individu fait « un » avec l'écosystème. Il est possible que ce sentiment de partage et de communion avec la nature émerge grâce au contraste imposé par l'environnement immédiat artificiel, et par le danger extérieur. Des hivernants ont rapporté des expériences contemplatives similaires. En outre, de véritables « fenêtres virtuelles » ont été installées dans ces milieux, pour permettre aux individus de se reconnecter au naturel. À titre d'exemple, le carré des officiers à bord des SNLE de classe Le Redoutable était doté d'aquariums. De même, l'ISS est équipée d'une petite serre servant à diverses expérimentations. Les astronautes affectionnent tout particulièrement cet espace [55].

Comme nous l'avons vu, les troubles psychiques au sein des milieux ICE sont intimement liés aux caractéristiques environnementales et sociales. L'individu interagit avec ce qui l'entoure et inversement. La qualité des relations interpersonnelles et la cohésion sont importantes dans la prévention des troubles psychiques chez les astronautes, les hivernants et les sous-mariniens. Au-delà de l'isolement affectif et social qui touche parfois le personnel de ces environnements, l'isolement professionnel peut toucher les

membres d'équipage lorsque la communication est limitée ou lorsque l'aide extérieure est impossible. Il affecte notamment les médecins qui ne peuvent évacuer les malades dans un délai raisonnable ou lorsqu'ils sont eux-mêmes malades. Au cours d'une expédition soviétique antarctique en 1961, un chirurgien russe a manifesté des symptômes de faiblesse, de malaise, de nausées et de douleurs abdominales. Il souffrait d'une appendicite et la seule solution viable était l'auto-appendicectomie. Après l'opération, il a relaté ce qu'il avait vécu dans son journal de bord : « Au pire moment de l'exercice de l'appendice, j'ai repéré que mon cœur s'est tétanisé et a ralenti de façon notable, mes mains étaient comme en caoutchouc. Eh bien, j'ai pensé que ça allait mal finir. Et tout ce qui restait, c'était de retirer l'appendice... Puis j'ai réalisé que j'étais déjà sauvé ! ». Après quatre jours, ses fonctions digestives s'étaient restaurées et deux semaines plus tard, il a pu reprendre ses tâches habituelles [56].

Les environnements ICE sont composés de professionnels sélectionnés. Les échantillons sont souvent de petite taille et il existe un risque biais de désirabilité sociale dans certaines études. En effet, les professionnels peuvent craindre de perdre leur aptitude s'ils admettent avoir eu des difficultés d'ordre psychique. D'autres études ne comprenaient que des sujets masculins ou militaires. Si l'homogénéité d'un groupe peut être intéressante dans l'étude des facteurs de stress, les résultats de cette revue ne sont pas applicables en population générale. Toutefois, ces recherches sont d'un intérêt majeur dans le cadre d'explorations futures, mais aussi dans la compréhension des phénomènes de vieillissement, d'isolement social, ou de changements de mode de vie en réponse aux pandémies émergentes comme la COVID-19 [15].

Bien que les confinements sanitaires de la COVID-19 ne soient pas identiques à ceux vécus par les professionnels des milieux ICE et/ou EUE, ils partagent certaines caractéristiques communes [6]. Les confinements sanitaires répondent aux critères d'isolement, de confinement et d'extrême dans la mesure où la maladie à coronavirus présente un potentiel de contagiosité et de létalité. L'aspect inhabituel est moins flagrant puisque les individus étaient confinés au sein de leur espace de vie quotidien dans la plupart des pays.

Le confinement sanitaire a été associé à une augmentation des dépressions (20,1 % à 31,2 %), de l'anxiété, et des conduites addictives - probablement du fait de l'ennui éprouvé -. On retrouvait également une augmentation des violences conjugales (20 % à 30 %) [6]. La prise de poids était fréquente chez les sujets adolescents et adultes âgés de 16 ans et plus, ce qui n'était pas le cas chez les personnes âgées qui avaient tendance à en perdre [57]. Certaines études ont retrouvé une hausse importante de la prévalence du TSPT [58], cependant celles-ci comportaient un certain nombre de biais puisque les échelles utilisées n'étaient pas suffisantes pour poser le diagnostic de TSPT. De plus, si l'épidémie est un évènement potentiellement traumatogène, le confinement ne répond pas aux spécificités d'un évènement traumatique selon les critères du DSM-IV. Initialement, peu de personnes étaient directement confrontées à la maladie à coronavirus puisque le confinement a fait office de barrière protectrice. Ainsi, bien que le confinement ait pu avoir des effets anxiogènes, il est inexact de dire qu'il a été traumatisant. En effet, le vécu de l'épidémie était avant tout virtuel [59]. Comme dans les milieux ICE, on retrouvait une forte variabilité de la morbidité psychiatrique entre les individus. Certaines populations étaient plus touchées que d'autres par le confinement. À titre d'exemple, les soignants ont connu une augmentation de l'anxiété, de la dépression, de l'épuisement, des addictions et de TSPT. Les soignants ont notamment été confrontés au bouleversement de leur vie sociale, au manque de matériel, à un afflux massif de patients dans certaines zones et à l'absence de traitement spécifique. Ces éléments ont favorisé le sentiment d'impuissance, le manque de contrôle perçu, mais aussi la crainte de contaminer son entourage [60]. De plus, les étudiants ont connu une hausse de la détresse mentale, des pensées suicidaires, des dépressions, des troubles anxieux et du stress perçu. Les femmes, les étudiants non-binaires et les étudiants avec des antécédents psychiatriques étaient les personnes les plus à risque. Ces étudiants avaient peu recours aux services de santé [61]. Enfin, le confinement était imposé et non volontaire, ce qui constitue une différence notable avec les environnements ICE. Il a nécessité une réorganisation des relations intrafamiliales et des espaces de vie. La perception temporelle a

également été modifiée. En effet, plus de 80 % des participants d'une étude britannique ont vécu une distorsion temporelle. Le ralentissement du temps était associé à l'âge élevé, au stress accru, à la réduction de la charge de travail et à la faible satisfaction des interactions sociales [62]. Malgré la pathogénicité induite par le confinement sanitaire, certains effets positifs ont été rapportés, parmi lesquels, la baisse des admissions pédiatriques pour des pathologies respiratoires virales, la diminution de la pollution atmosphérique de 20 % à 30 % dans les grandes villes, et la baisse des accidents de la route [63]. En matière de santé mentale, la plupart des sujets d'une étude britannique ont déclaré que la solitude a procuré davantage d'effets positifs que d'effets négatifs sur leur bien-être. De plus, 43,8 % d'entre eux ont rapporté que l'isolement social leur a permis de découvrir de nouvelles activités (apprentissage d'une langue, se reconnecter à la nature, apprendre à mieux profiter de la vie, etc.). D'autres participants ont signalé un accroissement de la confiance en soi, de l'autonomie et de l'introspection [64].

D'autres environnements partagent des caractéristiques proches des milieux ICE comme l'Arctique, les prisons ou les chambres d'isolement en psychiatrie. Cependant, les détenus et les patients en chambres d'isolement n'ont pas choisi d'être enfermés [11]. De plus, peu de stations arctiques ont été permanentes. La plupart d'entre elles ont été abandonnées, faute de financement, ce qui fait que peu de recherches sur les enjeux psychiques y ont été menées. *A contrario*, l'Antarctique est considéré comme un laboratoire psychologique depuis les premières expéditions jusqu'à aujourd'hui. Pour Suedfeld, les laboratoires de haute sécurité microbiologique (ou laboratoire P4) répondent entièrement aux critères des environnements ICE et/ou EUE [65]. Les chercheurs travaillent en scaphandre puisque l'environnement est peuplé de virus potentiellement létaux. Ces scaphandres sont connectés à des prises d'air, dont le renouvellement est totalement indépendant de l'atmosphère environnante. Ces particularités font des laboratoires P4 des milieux inhabituels. En outre, les effets psychiques du milieu spatial sont retrouvés en situation de simulation terrestre. Au cours du programme expérimental Mars 500, simulant un voyage aller-retour vers la planète rouge, un effet cumulatif du confinement était retrouvé sur l'humeur, les symptômes dépressifs, la fatigue, le stress, la sensation de surplus de travail, et les plaintes somatiques [66].

Si la recherche s'est intéressée, historiquement, au développement des troubles psychiques et psychosociaux, des études plus récentes montrent des effets positifs à l'exposition de tels environnements. L'expérience intensifie les aspects positifs et négatifs des relations humaines. De ce fait, des troubles peuvent apparaître, tout comme des effets salutogènes.

La conquête de l'espace a permis de nombreuses avancées technologiques comme le développement des ordinateurs modernes, les couvertures de survie, l'imagerie par résonance magnétique ou les matériaux composites. Grâce à une approche multidisciplinaire et coopérative, il y a fort à parier que les environnements ICE continueront d'offrir des améliorations technologiques, mais également psychiques et psychosociales.

## Conclusion

---

Les environnements spatiaux, antarctiques et sous-marins partagent bien des caractéristiques. Ils sont isolés, confinés, extrêmes et inhabituels. Leurs membres sont soumis à des facteurs de stress physiologiques, psychologiques, psychosociaux et liés à l'habitabilité. Ces milieux ont été nommés environnements ICE.

Les troubles psychiques sont relativement rares, mais peuvent mettre en péril la sécurité de l'équipage et le succès de la mission. Ils sont souvent en lien avec des difficultés d'adaptation. Ces troubles peuvent être diffus et aspécifiques, ou constituer de véritables syndromes. C'est le cas du syndrome d'asthénisation psychique dans l'espace, des syndromes mental d'hivernage, polaire T3 et des troubles affectifs saisonniers en Antarctique, et des syndromes J-40 et *channel fever* à bord des sous-marins. Des changements d'état de conscience ont également été signalés dans ces milieux.

Les troubles psychiques sont intimement liés aux problèmes psychosociaux dans ces environnements. En effet, les facteurs interpersonnels, organisationnels, culturels, et les questions liées aux genres peuvent favoriser l'émergence de troubles psychiques, et inversement.

Il existe un continuum entre les aspects négatifs et menaçants des environnements ICE jusqu'aux aspects enivrants et trépidants. Ces milieux peuvent provoquer des troubles mais mobilisent aussi les ressources d'adaptation. L'expérience intensifie les aspects positifs et négatifs des relations humaines. Ainsi, ces expériences peuvent être pourvoyeuses de résilience et de salutogenèse.

Les missions futures devront axer leurs recherches sur la sélection, l'entraînement, la composition des équipages et la promotion de la santé mentale en apportant des contre-mesures. Les plus grands défis des missions spatiales futures sont d'ordre technique et humain. La compréhension des facteurs humains nécessite une approche dans laquelle de nombreuses disciplines, du champ des sciences humaines et des sciences dures, auront leur pierre à apporter à l'édifice.

## Bibliographie

---

- [1] J. Rivolier, « Facteurs humains et situations extrêmes. », Paris : Masson, Médecine et psychothérapie 1992.
- [2] T. M. Fraser, « Confinement and free-volume requirements », *Space Life Sci*, vol. 1, n° 2, p. 428-466, août 1968.
- [3] P. Suedfeld, « Extreme and Unusual Environments: Challenges and Responses », in *The Oxford Handbook of Environmental and Conservation Psychology*, S. D. Clayton, Éd. Oxford University Press, 2012.
- [4] P. Suedfeld, « Extreme and Unusual Environments ». in *Handbook of Environmental Psychology*, New York, Wiley, 1987, p. 864.
- [5] M. Parrin, « Thèse - Émotions et besoins des individus au décours du confinement sanitaire du printemps 2020 », p. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. (dumas-03258285), juin 2021.
- [6] A. Mengin *et al.*, « Conséquences psychopathologiques du confinement », *Encephale*, vol. 46, n° 3, p. S43-S52, juin 2020.
- [7] H. Selye, « A syndrome produced by diverse noxious agents. 1936 », *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, vol. 10, n° 2, p. 230-231.
- [8] H. Selye, « Stress and the general adaptation syndrome », *Br Med J*, vol. 1, n° 4667, p. 1383-1392, juin 1950.
- [9] M. J. Page *et al.*, « The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. », *BMJ*, vol. 372, mars 2021.
- [10] N. Kanas, « Psychosocial value of space simulation for extended spaceflight. », *Advances in space biology and medicine*, vol. 6, p. 81-91, 1997.
- [11] J. Leach, « Psychological factors in exceptional, extreme and torturous environments », *Extreme Physiology and Medicine*, vol. 5, n° 1, 2016.
- [12] L. A. Palinkas, « Going to extremes: the cultural context of stress, illness and coping in Antarctica. », *Social science & medicine (1982)*, vol. 35, n° 5, p. 651-664.
- [13] C. Tortello *et al.*, « Coping with Antarctic demands: Psychological implications of isolation and confinement. », *Stress and health : journal of the International Society for the Investigation of Stress*, vol. 37, n° 3, p. 431-441.
- [14] F. A. Oluwafemi, R. Abdelbaki, J. C.-Y. Lai, J. G. Mora-Almanza, et E. M. Afolayan, « A review of astronaut mental health in manned missions: Potential interventions for cognitive and mental health challenges », *Life Sciences in Space Research*, vol. 28, p. 26-31, 2021.
- [15] A. C. Stahn et S. Kühn, « Brains in space: The importance of understanding the impact of long-duration spaceflight on spatial cognition and its neural circuitry », *Cognitive Processing*, vol. 22, n° Suppl 1, p. 105-114.
- [16] L. A. Palinkas et P. Suedfeld, « Psychosocial issues in isolated and confined extreme environments », *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, vol. 126, p. 413-429, 2021.
- [17] N. Kanas, « Psychological and interpersonal issues in space », *The American Journal of Psychiatry*, vol. 144, n° 6, p. 703-709.
- [18] L. A. Palinkas et P. Suedfeld, « Psychological effects of polar expeditions », *Lancet (London, England)*, vol. 371, n° 9607, p. 153-163, 2008.
- [19] J. Bell et P. H. Garthwaite, « The psychological effects of service in British Antarctica: A study using the General Health Questionnaire », *The British Journal of Psychiatry*, vol. 150, p. 213-218.
- [20] L. A. Palinkas, M. Cravalho, et D. Browner, « Seasonal variation of depressive symptoms in Antarctica », *Acta Psychiatrica Scandinavica*, vol. 91, n° 6, p. 423-429.
- [21] J. Wood, S. J. Hysong, D. J. Lugg, et D. L. Harm, « Is it really so bad? A comparison of positive and negative experiences in Antarctic winter stations », *Environment and Behavior*, vol. 32, n° 1, p. 84-110.
- [22] M. Premkumar, T. Sable, D. Dhanwal, et R. Dewan, « Vitamin D homeostasis, bone



mineral metabolism, and seasonal affective disorder during 1 year of Antarctic residence. », *Archives of osteoporosis*, vol. 8, p. 129, 2013.

[23] E. K. E. Gunderson, « Emotional Symptoms in Extremely Isolated Groups », *Archives of General Psychiatry*, vol. 9, n° 4, p. 362-368, 1963.

[24] R. Bhargava, S. Mukerji, et U. Sachdeva, « Psychological impact of the Antarctic winter on Indian expeditioners », *Environment and Behavior*, vol. 32, n° 1, p. 111-127.

[25] E. K. Gunderson, « Mental health problems in Antarctica », *Archives of Environmental Health*, vol. 17, n° 5, p. 558-564, 1968.

[26] J. L. Serxner, « An experience in submarine psychiatry », *Medical Journal of Australia*, vol. 125, n° 1, p. 504-505, 1968.

[27] J.-D. Nicolas et T. Bruge-Ansel, « Contraintes subies par les équipages de sous-marins et troubles psychiatriques », 2011.

[28] A. J. Almon, « Developing predictive models: Individual and group breakdowns in long-term space travel », *Acta Astronautica*, vol. 154, p. 295-300, 2019.

[29] D. Jenkins et S. Palmer, « A review of stress, coping and positive adjustment to the challenges of working in Antarctica », *International Journal of Health Promotion and Education*, vol. 41, n° 4, p. 117-131, 2003.

[30] P. Baert, M. Trousselard, et P. Clervoy, « Post-traumatic stress disorder after a submarine accident », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, vol. 82, n° 6, p. 643-647.

[31] J. Eid et B. H. Johnsen, « Acute stress reactions after submarine accidents », *Military Medicine*, vol. 167, n° 5, p. 427-431.

[32] C. J. Mullin, « Some psychological aspects of isolated Antarctic living », *The American Journal of Psychiatry*, vol. 117, p. 323-325, 1960.

[33] L. A. Palinkas et D. Browner, « Effects of prolonged isolation in extreme environments on stress, coping, and depression », *Journal of Applied Social Psychology*, vol. 25, n° 7, p. 557-576.

[34] L. B. Landon *et al.*, « The Behavioral Biology of Teams: Multidisciplinary Contributions to Social Dynamics in Isolated, Confined, and Extreme Environments. », *Frontiers in Psychology*, vol. 10, 2019.

[35] C. Xu *et al.*, « An association analysis between psychophysical characteristics and genome-wide gene expression changes in human adaptation to the extreme climate at the Antarctic Dome Argus », *Molecular Psychiatry*, vol. 20, n° 4, p. 536-544, 2015.

[36] V. Caputo *et al.*, « Genomic and physiological resilience in extreme environments are associated with a secure attachment style. », *Translational psychiatry*, vol. 10, n° 1, p. 185.

[37] T. W. Davies et C. De Monchaux, « Mood changes in relation to personality and the excretion of 3-methoxy-4-hydroxy-mandelic acid », *Psychosomatic Medicine*, vol. 35, n° 3, p. 205-214.

[38] G. S. Moes, R. Lall, et W. B. Johnson, « Personality characteristics of successful navy submarine personnel », *Military Medicine*, vol. 161, n° 4, p. 239-242.

[39] E. Friedman et B. Bui, « A psychiatric formulary for long-duration spaceflight », *Aerospace Medicine and Human Performance*, vol. 88, n° 11, p. 1024-1033.

[40] H. R. Guly, « Psychiatric illness and suicide in the heroic age of Antarctic exploration », *History of Psychiatry*, vol. 23, n° 2, p. 206-215.

[41] L. A. Palinkas, F. Glogower, M. Dembert, K. Hansen, et R. Smullen, « Incidence of psychiatric disorders after extended residence in Antarctica. », *International journal of circumpolar health*, vol. 63, n° 2, p. 157-168, 2004.

[42] J. F. McHarg, « The mental health of submariners, with special reference to 71 cases examined psychiatrically », *Journal of Mental Science*, vol. 92, p. 343-356, 1946.

[43] A. Satloff, « Psychiatry and the nuclear submarine. », *The American journal of psychiatry*, vol. 124, n° 4, p. 547-551.

[44] N. A. Dean, H. P. Scott, et M. L. Dembert, « Mental health outpatient morbidity reporting among US Navy submarine personnel, 1972–1983 », *Military Medicine*, vol. 153, n° 4, p. 163-166.

- [45] N. Kanas *et al.*, « Asthenia—does it exist in space? », *Psychosomatic Medicine*, vol. 63, n° 6, p. 874-880.
- [46] L. A. Palinkas, M. Houseal, et N. E. Rosenthal, « Subsyndromal seasonal affective disorder in Antarctica », *Journal of Nervous and Mental Disease*, vol. 184, n° 9, p. 530-534.
- [47] L. Palinkas, H. L. Reed, K. R. Reedy, N. Van Do, H. S. Case, et N. S. Finney, « Circannual pattern of hypothalamic–pituitary–thyroid (HPT) function and mood during extended antarctic residence », *Psychoneuroendocrinology*, vol. 26, n° 4, p. 421-431.
- [48] P. P. Baert, A. Roger, H. De Carbonnieres, et P. Clervoy, « ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE STRESS POST-TRAUMATIQUE APRÈS UN ACCIDENT SUR SOUS-MARIN », *Médecine et armées*, vol. 37, n° 3, p. 265-270, 2009.
- [49] J. S. Berg, T. A. Grieger, et J. L. Spira, « Psychiatric Symptoms and Cognitive Appraisal following the Near Sinking of a Research Submarine », *Military Medicine*, vol. 170, n° 1, p. 44-47.
- [50] C. J. Jankosky, « Mass casualty in an isolated environment: Medical response to a submarine collision », *Military Medicine*, vol. 173, n° 8, p. 734-737, 2008.
- [51] J. B. Ritsher, « Cultural factors and the international space station », *Aviation Space and Environmental Medicine*, vol. 76, n° 6 SUPPL., p. B135—B144, 2005.
- [52] N. Goel *et al.*, « Effects of sex and gender on adaptation to space: Behavioral health », *Journal of Women's Health*, vol. 23, n° 11, p. 975-986.
- [53] P. Suedfeld, J. E. Halliwell, A. D. Rank, et N. D. Buckley, « Psychosocial aspects of spaceflight and aging », *REACH*, vol. 2-4, p. 24-29, 2016.
- [54] J. Sarris, M. de Manincor, F. Hargraves, et J. Tsonis, « Harnessing the four elements for mental health », *Frontiers in Psychiatry*, vol. 10, 2019.
- [55] C. Poupon, « Mémoire - L'habitabilité des Voyages extraordinaires. Regard sur les missions sous-marines, polaires et spatiales. », 2012.
- [56] V. Rogozov et N. Bermel, « Auto-appendectomy in the Antarctic: case report », *BMJ*, vol. 339, déc. 2009.
- [57] D. R. Bakaloudi, R. Barazzoni, S. C. Bischoff, J. Breda, K. Wickramasinghe, et M. Chourdakis, « Impact of the first COVID-19 lockdown on body weight: A combined systematic review and a meta-analysis », *Clin Nutr*, avr. 2021.
- [58] L. Liang *et al.*, « Post-traumatic stress disorder and psychological distress in Chinese youths following the COVID-19 emergency », *J Health Psychol*, vol. 25, n° 9, p. 1164-1175, août 2020.
- [59] N. Lavenne-Collot *et al.*, « Les enfants suivis en psychiatrie infanto-juvénile ont ils connu la dégradation redoutée pendant la période de confinement liée à la pandémie COVID-19 ? », *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, vol. 69, n° 3, p. 121-131, mai 2021.
- [60] W. El-Hage *et al.*, « Health professionals facing the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: What are the mental health risks? », *Encephale*, vol. 46, n° 3S, p. S73-S80, juin 2020.
- [61] M. Wathelet *et al.*, « Factors Associated With Mental Health Disorders Among University Students in France Confined During the COVID-19 Pandemic », *JAMA Network Open*, vol. 3, n° 10, oct. 2020.
- [62] R. S. Ogden, « The passage of time during the UK Covid-19 lockdown », *PLoS One*, vol. 15, n° 7, 2020.
- [63] B. Nelson, « The positive effects of covid-19 », *BMJ*, vol. 369, mai 2020.
- [64] N. Weinstein, T.-V. Nguyen, et H. Hansen, « What Time Alone Offers: Narratives of Solitude From Adolescence to Older Adulthood », *Front Psychol*, vol. 12, p. 714518, 2021.
- [65] P. Suedfeld, A. D. Rank, et M. Maluš, « Spontaneous Mental Experiences in Extreme and Unusual Environments », in *The Oxford Handbook of Spontaneous Thought: Mind-Wandering, Creativity, and Dreaming*, K. Christoff et K. C. R. Fox, Éd. Oxford University Press, 2018.
- [66] M. Basner *et al.*, « Psychological and behavioral changes during confinement in a 520-day simulated interplanetary mission to mars », *PloS One*, vol. 9, n° 3, p. 0, 2014.

## Table des figures

---

Figure 1 : Diagramme de flux PRISMA pour la recherche bibliographique [9].	20
Figure 2 : Pont intermédiaire de la navette américaine Atlantis, utilisé comme dortoir.	22
Figure 3 : Horaires du quart par tiers chez les sous-marinières français [27].	25
Figure 4 : Repas de Thanksgiving à bord du module Unity de l'ISS.	28
Figure 5 : La base argentine Esperanza, une des rares stations antarctiques hébergeant des familles.	35
Figure 6 : L'explorateur norvégien Roald Amundsen.	44
Figure 7 : Course d'un sous-marin.	48
Figure 8 : La navette spatiale s'arrimant à la station Mir au cours du programme Shuttle-Mir.	54
Figure 9 : La Cupola de l'ISS offre une vue surplombant les paysages terrestres.	62
Figure 10 : Le Twin Otter, équipé de skis, effectue une rotation à la base antarctique Concordia.	69
Figure 11 : Astronaute américain simulant une EVA dans l'HydroLab de la cité des étoiles à Moscou.	73
Figure 12 : Poste des torpilles du SNLE Le Redoutable, lieu hautement technologique et stratégique.	83
Figure 13 : En août 2022 un incident de combinaison a nécessité l'arrêt d'une EVA.	85

## Table des annexes

---

<b>Annexe 1. Tableau d'extraction des données .....</b>	<b>100</b>
<b>Annexe 2. Diagramme de flux .....</b>	<b>112</b>
<b>Annexe 3. Critères PRISMA – PRISMA 2020 Checklist .....</b>	<b>113</b>

## Annexe 1. Tableau d'extraction des données

Auteur	Date – Pays/Lieu	Type d'étude	Méthode et population	Objectif principal	Principaux résultats en lien avec la problématique	Limites
A Almon	2019 - Espace international	Revue narrative	Rapports anecdotiques, de missions réelles et de milieux analogues et simulés.  Astronautes internationaux	Étudier les circonstances qui font qu'un individu peut s'adapter malgré un environnement mettant ses capacités à rude épreuve	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les facteurs psychocomportementaux n'ont initialement pas été étudiés dans l'espace, les astronautes étant considérés comme des « personnes-choses »</li> <li>- Les facteurs de stress sont d'ordre physiologique, environnemental, psychologique et interpersonnel et les réactions au stress peuvent être physiologiques, en lien avec la performance, interpersonnels ou psychiatriques</li> <li>- Des modèles mathématiques tentent de prédire les points de rupture psychologique à l'échelle de l'individu et du groupe</li> <li>- Pour maintenir une santé optimale, il convient de prendre des contre-mesures permettant de maintenir des relations intrapersonnelles et interpersonnelles efficaces et de qualité</li> </ul>	Méthodologie libre
E Friedman	2017 - Espace international	Revue narrative	Comptes rendus psychiatriques et listes de traitements.  Astronautes, hibernants	Évaluer les troubles comportementaux, les psychotropes et les effets de l'environnement spatial dessus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les psychotropes dans la trousse médicale sont des anxiolytiques, antidépresseurs, thymorégulateurs, antipsychotiques, hypnotiques, voire des psychostimulants</li> <li>- Les troubles psychocomportementaux ne sont pas rares</li> <li>- 44,7 % des traitements pris en vol sont des hypnotiques</li> <li>- La biodisponibilité pourrait être modifiée par la microgravité et les rayonnements. Il convient d'adapter le conditionnement et les règles de prescription</li> <li>- L'approche psychiatrique devrait comprendre des évaluations périodiques, la psychothérapie, parfois des psychotropes et possibilité d'isolement/contention (en cas d'urgence psychiatrique)</li> </ul>	Méthodologie libre, échantillon réduit, analyse rétrospective
N Goel	1998-2013 - Espace international	Revue narrative	Rapports. 201 astronautes hommes et femmes de toute nationalité	Étudier les différences liées au sexe dans l'espace parmi : 1. le sommeil, rythmes circadiens et mesures neuro-comportementales 2. personnalité, interactions de groupe, performance, satisfaction au travail 3. stress et troubles cliniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 15 % de femmes, 85 % d'hommes : pas de différence de durée mais moins de transit</li> <li>- Les femmes ont 2 fois plus de doctorats (50 % vs 28 %), les hommes plus de masters (85 % contre 58 %). Les femmes sont plus spécialisées en biologie, homme davantage en ingénierie et armée</li> <li>- Aucune différence entre les sexes pour le sommeil, les rythmes circadiens, les mesures neurocomportementales</li> <li>- Aucune différence en termes de charge de travail, de fatigue, de stress pendant et après le vol</li> <li>- Possible impact de la microgravité et des rayonnements sur la fonction ovarienne et le trouble prémenstruel</li> </ul>	Méthodologie libre, faible échantillon de femmes

HR Guly	2012 - Antarctique international	Revue narrative	Recherche historique de cas dans la littérature. Explorateurs de l'âge héroïque en Antarctique	Explorer les maladies psychiatriques, réactions de stress, alcoolisme, mésusage du diagnostic psychiatrique et le suicide durant l'âge héroïque en Antarctique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Depuis 1895, des cas d'hystérie, paranoïa, mélancolie et catatonie ont été décrits</li> <li>- Il y a eu 6 suicides entre 1895 et 1922 en Antarctique</li> <li>- Le diagnostic de maladie mentale pouvait être utilisé pour congédier un membre</li> <li>- Il y a un continuum entre les symptômes diffus et les syndromes</li> <li>- Il n'y a pas toujours de lien direct entre l'environnement et les troubles, possibles effets de stress post-traumatiques, carences en vitamines, perte de dents, syphilis</li> <li>- Plusieurs explorateurs sont revenus, ce qui suggère des effets positifs et un intérêt</li> </ul>	Revue de cas, méthodologie libre, nosographie psychiatrique changeante
D Jenkins S Palmer	2003 - Antarctique international	Revue narrative	Recherche dans la littérature des principales études sur l'adaptation psychologique et l'ajustement en Antarctique et les relier au paradigme de stress. Hivernants	Examiner les facteurs pathogènes, salutogènes et les stratégies d'adaptation en Antarctique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les facteurs de stress physiques ne sont pas la plus grande difficulté. L'isolement et le confinement sont plus difficiles</li> <li>- Il existe des effets positifs au stress permettant l'adaptation</li> <li>- Certains symptômes comme les somatisations peuvent avoir une fonction adaptative</li> <li>- La personnalité est un faible facteur prédictif de troubles psychiques</li> <li>- L'approche pathogène est intéressante mais il convient d'étudier l'impact de l'environnement en termes d'interactions plutôt qu'en termes de problèmes principaux</li> </ul>	Méthodologie libre, approche pathogène alors que les individus s'adaptent globalement bien.
N Kanas	1987 - Espace international	Revue narrative	Revue de rapports de vols spatiaux. Astronautes des missions Gemini, Apollo, navette spatiale, Skylab et cosmonautes de Soyouz et Saliout	Étudier les facteurs de stress psychologiques et interpersonnels dans l'espace	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les troubles du sommeil, le manque de temps, l'absence de motivation sont pourvoyeurs de troubles psychiques</li> <li>- Les troubles psychiques rapportés sont principalement d'ordre psychosomatique</li> <li>- Des expériences transcendantales peuvent avoir lieu et avoir un impact sur la sécurité</li> <li>- Les questions interpersonnelles comprennent les difficultés d'hétérogénéité de l'équipage, les différences linguistiques, culturelles, politiques et de genre, ainsi que le style de leadership</li> <li>- La sélection permet d'éviter de fortes tensions mais sera moins rigoureuse à l'avenir</li> <li>- Les tensions s'accroissent au fil du temps</li> <li>- Il convient de dépister et de promouvoir la santé mentale en vol</li> </ul>	Méthodologie libre
N Kanas	1997 - Espace international	Revue narrative	Revue d'études. Astronautes et cosmonautes internationaux	Étudier les facteurs psychologiques, psychiatriques et interpersonnels lors des missions spatiales de longue durée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facteurs environnementaux : problèmes de sommeil, altérations du sens du temps, expériences transcendantales, problèmes démographiques, motivation professionnelle, mal du pays et sensibilités perceptuelles.</li> <li>- Facteurs psychiatriques : anxiété, dépression, psychose, symptômes psychosomatiques, réactions émotionnelles, asthénie, personnalité post mission et problèmes conjugaux</li> <li>- Facteurs interpersonnels : tensions, diminution de la cohésion, besoin d'intimité, styles de leadership et rapport à l'autorité</li> </ul>	Méthodologie libre

L Landon	2019 - Antarctique, espace, sous-marins international	Revue narrative	Recherche dans les rapports de l'ISS et la littérature. Hivernants, astronautes, sous-mariniens internationaux	Comprendre comment les systèmes neurobiologiques sont pertinents à la compréhension de la dynamique sociale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les environnements ICE peuvent être vus comme un modèle de dynamique d'équipe Input-Médiateur-Outcome-Input fermé</li> <li>- Les aliments sont des facteurs de bien-être mais aussi de stress pouvant être dégradés par les conditions. Ils jouent un rôle social</li> <li>- L'exercice physique aide à la bonne santé psychologique et cardio-vasculaire</li> <li>- Le sommeil est un facteur de stress majeur</li> <li>- L'habitabilité, les activités, l'intimité aident à l'harmonie du groupe</li> <li>- Une approche multidisciplinaire est nécessaire</li> </ul>	Méthodologie libre
J Leach	2016 - International	Revue narrative	Recherche dans la littérature de facteurs propices aux effets pathogènes et salutogènes. Prisonniers, otages, patients de psychiatrie, soins intensifs, sous-mariniens, astronautes, hivernants, naufragés	Expliciter les facteurs psychologiques, psychophysiologiques et psychosociaux dans les environnements extrêmes et « torturants » et leurs effets pathogènes ou salutogènes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La privation sensorielle, l'isolement et le manque de sommeil sont retrouvés dans l'espace, les sous-marins et en Antarctique. Ils peuvent être précurseurs de syndromes induits par le milieu.</li> <li>- Les cycles obscurité-lumière ne faisant pas 24h peuvent engendrer des symptômes cognitifs et comportementaux.</li> <li>- L'isolement culturel et linguistique chez les minorités peut engendrer un stress psychosocial lors de missions spatiales et polaires</li> <li>- Des effets pathogènes comme les syndromes polaires sont liés à un effet d'agrégation (accumulation des facteurs)</li> <li>- Des effets salutogènes sont présents dans l'espace, sous-marins, antarctique suite à l'application réussie de stratégies d'adaptation pour faire face à l'adversité</li> </ul>	Méthodologie libre, peu de données quantitatives, population vaste
J-D Nicolas	2009 - Milieu sous-marin français	Revue narrative	Revue des conséquences psychiques des contraintes auxquelles sont soumis les équipages de sous-marins français	Étudier les conséquences psychiques des contraintes auxquelles sont soumis les équipages de sous-marins français	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les contraintes d'isolement spécifiques peuvent favoriser des manifestations psychopathologiques nécessitant d'adapter le soutien psychologique</li> <li>- L'isolement, le confinement, l'absence de communication, les rythmes de quart, les milieux hostiles sont des facteurs de risque</li> <li>- Les différentes phases de patrouilles sont caractérisées par des troubles psychiques spécifiques</li> <li>- Il existe un syndrome J-40 avec des troubles anxieux, d'attention, une irritabilité voire des conflits</li> <li>- Le TSPT peut apparaître car le moindre incident présente un risque vital</li> <li>- Le volontariat, la sélection, un haut niveau de connaissance et d'entraînement, une forte cohésion sont des facteurs protecteurs</li> </ul>	Méthodologie libre
F Oluwafemi	2021 - international	Revue narrative	Recherche dans la littérature de facteurs ayant un effet sur la santé psychique en lien avec les contraintes spatiales. Astronautes, exposés aux radiations	Passer en revue les facteurs pouvant affecter la santé mentale des astronautes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Il existe de nombreux facteurs psychosociaux qui peuvent entraîner des troubles psychiatriques</li> <li>- Impact des nutriments sur le corps, le sommeil et la santé psychique</li> <li>- Les personnalités idéales ont un faible niveau de névrosisme et une grande amabilité</li> <li>- L'effet isolé de la microgravité peut améliorer la fonction cognitive, le stress la dégrader</li> <li>- Il convient d'optimiser la charge de travail, les communications privées, les imprimantes alimentaires 3D et optimiser les expériences sensorielles avec des activités</li> </ul>	Méthodologie libre, pas d'échelle

L Palinkas	1992 - Antarctique américain	Revue narrative	Deux séries de données : archives du personnel américain hivernant entre 1963 et 1974 et données quantitatives et ethnographiques sur 2 stations en 1988-1989. Hivernants américains.	Évaluer le contexte d'une évaluation du paradigme d'adaptation pour expliquer le processus de stress, de maladie et d'adaptation en Antarctique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'adaptation est un processus de négociation menant à un compromis entre les besoins individuels et ceux du groupe</li> <li>- Les systèmes culturels des stations sont à la fois le produit de cette négociation et un ensemble de règles qui régissent ce processus</li> <li>- Le manque perçu de contrôle contribue au développement de symptômes</li> <li>- L'expérience d'hivernage peut avoir des avantages pour la santé à long terme</li> <li>- Certaines personnes apprennent des expériences stressantes et développent de nouvelles stratégies d'adaptation. Ce modèle s'étend à l'échelle groupale</li> <li>- La maladie n'est pas nécessairement une mesure de l'incapacité à s'adapter</li> </ul>	Pas d'échelle, méthodologie libre
L Palinkas P Suedfeld	2021 - Antarctique, espace, sous- marins international	Revue narrative	Recherche dans la littérature des enjeux individuels, interpersonnels et organisationnels liés à la vie dans les environnements ICE. Hivernants, sous-marinières, astronautes	Examiner les 3 domaines hiérarchiques du comportement : individu, relations interpersonnelles, organisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5,2 % des hivernants sans antécédent développent un trouble du DSM-IV</li> <li>- En Antarctique, trois syndromes saisonniers ont été identifiés : le syndrome d'hivernage, le syndrome polaire T3 et le trouble affectif saisonnier subsyndromique.</li> <li>- Expériences négatives et positives peuvent cohabiter. Effets positifs sur la santé à long terme</li> <li>- La cohésion diminue au fil du temps. Formation de sous-groupes et boucs émissaires</li> <li>- Le soutien social est une stratégie d'adaptation mais plus il augmente, plus il est corrélé avec l'anxiété et la dépression</li> <li>- Importance du leadership, de la compatibilité des équipages pour les enjeux psychiques</li> <li>- Intérêt de la sélection, tests psychiatriques, interventions et de l'entraînement en équipage</li> </ul>	Méthodologie libre, nécessité d'avoir des échelles et outils pour évaluer les problèmes psychocomportementaux
J Ritscher	2005 - Astronautes de la station spatiale internationale	Revue narrative	Recherche dans la littérature et les rapports de mission des différences culturelles Astronautes et cosmonautes de l'ISS	Quelles sont les différences culturelles et comment peuvent-elles influencer sur l'état de santé mental des astronautes et des cosmonautes pendant une mission de longue durée ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les Russes sont relativement plus expressifs que les américains ou les occidentaux, mais cela n'est pas documenté dans l'espace</li> <li>- Les Russes sont plus flexibles en termes de travail bilingue</li> <li>- Les équipages mixtes ont un réservoir plus large de leadership</li> <li>- Les différences culturelles peuvent influencer sur la probabilité de détresse. Les médecins peuvent mal diagnostiquer des troubles. Le syndrome d'asthénisation psychique est reconnu chez les Russes mais pas chez les Américains</li> <li>- La dépression est associée à l'anxiété chez les Américains et à la fatigue chez les Russes</li> <li>- Il convient de promouvoir l'interdépendance et le lien au sein des équipages de différentes cultures</li> </ul>	Méthodologie libre
A Stahn	2021 - Espace international	Revue narrative	Recherche dans la littérature de l'impact des vols spatiaux de longue durée sur la cognition et les circuits neuronaux Astronautes, animaux	Quels sont les facteurs impactant la cognition spatiale et les circuits neuronaux lors des missions spatiales ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les radiations dégradent le cortex préfrontal et l'hippocampe entraînant des troubles neurocomportementaux</li> <li>- Le désalignement circadien lié aux cycles lumière-obscurité atypiques provoquent des dommages hippocampiques</li> <li>- l'isolement, le confinement et la privation sensorielle altèrent la fonction hippocampique</li> <li>- Un panel de contre-mesures est nécessaire pour pallier aux facteurs de stress environnementaux, opérationnels et psychologiques</li> </ul>	Méthodologie libre



P Suedfeld	2016 - International	Revue narrative	Recherche dans la littérature des liens et différences entre la vie dans l'espace et en institution pour personnes âgées, des adaptations et bénéfices de facteurs apparemment négatifs. Astronautes et personnes âgées en institution	Étudier les liens et différences entre la vie dans l'espace et en institution pour personnes âgées, des adaptations et bénéfices de facteurs apparemment négatifs. Comment un groupe peut développer une culture commune et comment améliorer ces habitats ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On retrouve des liens entre les environnements ICE et les institutions de personnes âgées : privation de sommeil et insomnies, ennui et monotonie, proximité, confidentialité et propriété, relations interpersonnelles</li> <li>- Cependant, les astronautes sont sélectionnés, formés et ont choisi cette carrière. Les personnes âgées non.</li> <li>- Malgré des facteurs négatifs : capacité de résilience et de salutogénèse</li> </ul>	Méthodologie libre, taille des populations très différentes, biais de sélection des astronautes, personnes âgées non sélectionnées
L Palinkas P Suedfeld	2008 - Antarctique international	Revue systématique	Revue d'articles, de livres, d'essais contrôlés randomisés, et d'études rétrospectives Explorateurs arctiques et antarctiques	Étudier des effets psychologiques des expéditions polaires.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Il existe des facteurs de risque physiques et psychosociaux</li> <li>- Les principaux symptômes sont des perturbations du sommeil, des troubles cognitifs, des affects négatifs, des tensions interpersonnelles et des conflits</li> <li>- On retrouve trois syndromes se chevauchant : le syndrome d'hivernage, polaire T3 et le TAS</li> <li>- 5 % des hivernants répondent à un trouble psychiatrique selon le DSM-IV</li> <li>- Les effets négatifs sont accompagnés d'effets positifs à type de résilience ou salutogénèse</li> <li>- La prévention et la promotion sont un point clé pour prédire les composantes essentielles à la réussite d'une expédition</li> </ul>	Variabilité dans la qualité des études
P Baert A Roger	2007 - Milieu sous-marin français	Étude descriptive transversale	Questionnaire PCLS à 8 mois. Sous-marinières français	Évaluer la prévalence et les caractéristiques du TSPT après un accident de sous-marin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La prévalence du TSPT est de 2,1 %</li> <li>- 66,7 % ont considéré l'évènement comme éprouvant</li> <li>- 95,8 % en ont parlé à leurs proches ou dans leur environnement professionnel</li> <li>- 6,3 % en ont parlé à leur médecin, mais aucun n'a consulté pour cela</li> <li>- 83 % avaient un score inférieur ou égal à 29 sur la PCLS</li> </ul>	Échantillon réduit, pas de groupe contrôle, possible biais de désirabilité sociale
P Baert M Trousselard	2007 - Milieu sous-marin français	Étude descriptive transversale	Questionnaire PCLS. 50 sous-marinières français du SNA Rubis	Évaluer la prévalence et les caractéristiques du TSPT après l'accident du SNA Rubis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 48 sous-marinières sur 50 ont répondu</li> <li>- La prévalence de TSPT était de 2,1 %</li> <li>- La moyenne de la PCLS est de 22,7 (score de positivité &gt; 44)</li> <li>- 83 % avaient un score inférieur ou égal à 29 sur la PCLS</li> <li>- 66,7 % ont rapporté que l'accident avait été éprouvant</li> <li>- 95,8 % en ont parlé à leurs proches ou dans leur environnement professionnel</li> <li>- 6,3 % en ont parlé à leur médecin</li> </ul>	Pas de groupe contrôle, échantillon réduit, possible biais au questionnaire de crainte de perdre son aptitude à naviguer

J Berg	2002 - Milieu sous-marin américain	Étude descriptive transversale	Questionnaire IES-R, PHQ-9, échelles d'exposition au traumatisme, de dissociation péritraumatique et réponse émotionnelle initiale, expérience traumatique antérieure et événements de vie ultérieurs. 44 Sous-mariniens de l'USS Dolphin	Évaluer les réactions de stress d'un équipage de sous-marin forcé d'abandonner son navire en haute mer après une inondation et un feu	- 9,1 % de TSPT - 71,4 % ont eu un symptôme de dissociatif dont 54,5 % de distorsion temporelle - Aucun membre n'a souffert de dépression - Le taux aux de TSPT est comparable à la population générale - La volonté de quitter le service était associé aux évènements de vie antérieurs et ultérieurs plutôt qu'à l'incident - Les symptômes de TSPT ne sont pas liés aux expositions sensorielles au cours de l'incident - On retrouve un taux relativement faible de dissociation péritraumatique, probablement car les militaires sont plus dépistés, entraînés, sélectionnés et expérimentés	Petit échantillon
J McHarg	1943-1944 - Milieu sous-marin britannique	Étude descriptive transversale	Étude de cas. 71 cas sur 800 sous-mariniens britanniques	Étudier l'incidence de troubles psychiatriques et le devenir de ces sous-mariniens	- Taux annuel de troubles : 6,8 % dont 3,4 % référés à un spécialiste de la neuropsychiatrie. - 2,6 % définitivement inaptes, 2 % temporairement inaptes, 2,2 % traités adéquatement - 3 types de stress : stress précoce, tension établie, anxiété avec épuisement - Les névroses d'importance pronostique plus sévère se produisent durant la phase de « stress précoce »	Pas d'échelle, étude ancienne, changement dans la nosographie psychiatrique
G Moes	1991-1993 - Sous-marins américains	Étude descriptive transversale	Questionnaire SNAP et MMPI. 1103 sous-mariniens de la Navy	Quelles sont les caractéristiques de personnalité des personnes ayant réussi à être sous-mariniens ?	- Les traits favorables représentés sont : le détachement, la bienséance, être un bourreau de travail - 37 % des sous-mariniens répondent à un seuil clinique de trouble de personnalité, 6 % à plusieurs - 15 % antisocial, 9% obsessionnel-compulsif, 8 % évitant - Malgré ces traits, il peut y avoir des avantages en mission sous-marine	Pas de groupe contrôle, SNAP est un questionnaire auto-déclaratif à choix forcé, MMPI bien adapté pour troubles de l'axe I mais pas pour traits de personnalité spécifiques et non pathologiques
C Mullin	1960 - Antarctique américain	Étude descriptive transversale	Entrevues cliniques. 12 à 40 hivernants américains	Étudier les effets psychologiques de l'isolement en Antarctique	- Le stress est principalement lié aux problèmes d'adaptation individuelle au groupe, à la relative « similitude du milieu » et à l'absence de gratification émotionnelle habituelle - L'hostilité est rare mais il existe des tensions - Des maux de tête, insomnies, inertie intellectuelle, troubles de la mémoire, de la vigilance, de la concentration sont constatés - L'augmentation de l'appétit et de la sexualité peuvent avoir une fonction anxiolytique - Les effets à long termes de l'expérience sont plutôt positifs	Nombre de cas non précis, nosographie psychiatrique changeante

L Palinkas	1994-1997 - Antarctique américain	Étude descriptive transversale	Questionnaires SIGH- SAD, MMPI, 16-PF, MAST et diagnostics du DSM-IV lors de débriefings. Hivernants américains	Quelle proportion d'une population non psychiatrique aura une morbidité psychiatrique suite à l'isolement et à l'enfermement en Antarctique, et certains individus ou groupes sont t'ils plus susceptibles que d'autres de souffrir d'une telle morbidité ?	- 5,2 % d'incidence de troubles du DSM-IV - Les troubles de l'humeur représentent 30,2 % des diagnostics, les troubles de l'adaptation 27,9 %, les troubles du sommeil 20,9 %, les troubles de la personnalité 11,6 % et les troubles liés aux substances 9,3 % - Les symptômes dépressifs sont associés au sexe féminin, à l'organisation militaire, à la station, à l'année d'expédition et au diagnostic du DSM-IV	Pas de groupe contrôle, questionnaires peu remplis, possibles biais dans l'attrition des diagnostics
A Satloff	1965 - Milieu sous- marin américain	Étude descriptive transversale	Évaluation psychiatrique chez 2634 officiers et hommes des sous-marins nucléaires américains	Étudier l'incidence des perturbations émotionnelles chez les membres des sous-marins nucléaires américains	- On retrouve une incidence de 3,8 % des troubles psychiatriques - 40 % de troubles de la personnalité (12 % psychopathes, 9 % passifs-agressifs) - 18 % de réactions névrotiques (9 % dépression, 7 % anxiété) - 10 % de réactions situationnelles - 8 % de réactions psychotiques (3% de schizophrénie paranoïde) - Seulement 4 % de cette population a été orientée vers une consultation psychiatrique.	Pas de description de l'évaluation ni d'échelle, nosographie psychiatrique changeante.
J Serxner	1968 - Milieu sous- marin américain	Étude descriptive transversale	Examens psychiatriques. Sous marinières de deux patrouilles Polaris	Observer les réactions, les facteurs de stress et discuter des problèmes psychiatriques et de leurs traitements en mission sous-marine	- Les troubles psychiatriques représentaient 5 % des membres - Le plus souvent : réactions d'anxiété mineures avec manifestations somatiques ou troubles du sommeil - 2 cas de dépression avec anorexie et perte de poids ont été retrouvés - Une décompensation de schizophrénie paranoïde traitée par phénothiazine et barbiturique - Le <i>channel fever</i> est un état d'excitation causé par l'anticipation du retour à la terre ferme	Pas de données exactes du nombre de membres, pas de groupe témoin, pas d'échelle
R Bhargava	1991-1993 - Antarctique indien	Étude descriptive longitudinale	Mesure de l'hypersensibilité interpersonnelle, des troubles du sommeil, de la consommation d'alcool et de tabac, des relations, de la satisfaction au travail et de la vie. 25 hivernants indiens	Étudier sept variables reflétant la stabilité émotionnelle, la compétence dans le travail et la compatibilité interpersonnelle.	- 24 à 80 % de troubles du sommeil sont retrouvés, surtout au milieu de l'hiver (juin) - 28 à 64 % des membres sont insatisfaits à l'égard du travail et de la vie (décembre-janvier) - Le tabagisme est plus fréquent en mars (début de l'hiver), il est en lien avec l'anxiété initiale - La consommation d'alcool était de 84 %. Elle était stable - Les variables supposées affecter la performance subissent des changements au cours de l'hivernage	Échantillon réduit, manque d'évaluation standardisé, couverture incomplète des variables pertinentes et manque d'information concernant les modèles comportementaux avant l'isolement, fourchettes statistiques larges

V Caputo	2020 - Antarctique français	Étude descriptive longitudinale	Questionnaires Experiences in Close Relationship Scale, Positive and Negative Affects, Cortisol salivaire ELISA, Échantillons d'ARN. 13 hivernants français, italiens, suisses et britanniques	Étudier la réponse multifactorielle (physiologique et expression génétique) en Antarctique et déterminer si un trait de disposition particulier peut favoriser la résilience	- Le style d'attachement insécure est associé à une humeur négative et à la préoccupation pour les conflits - Le style d'attachement sécure est associé à un taux de cortisol plus faible que le SAI - Des gènes concernant le rythme circadien, la réponse immunitaire, la fonction mitochondriale et ribosomique s'expriment - Le nombre total de gènes exprimés était plus élevé chez les sujets insécures - La sensibilité moindre dans l'expression différentielle des gènes chez les personnes sécures peut représenter une empreinte moléculaire de la résilience psychoneuroendocrinienne en Antarctique	Petite taille d'échantillon d'où puissance statistique réduite
T Davies	1973 - Antarctique britannique	Étude descriptive longitudinale	Excrétion urinaire de VMA sur 5 jours, Questionnaire Hysteroïd-Obsessoïd, auto- questionnaire de 14 humeurs remplis toutes les 2h. 9 hommes hivernants en Antarctique britannique	Étudier la relation entre le VMA et l'évolution des états émotionnels spontanés et les modèles de personnalité en Antarctique	- L'incidence des humeurs désagréables est douze fois inférieure aux humeurs agréables - Il y a plus d'humeurs désagréables le matin - Les sujets aux traits obsessionnels ont tendance à ressentir plus d'humeurs désagréables que ceux aux traits hystériques	Faible période prospective, faible nombre de sujets, possible impact du poids et du retard d'excrétion du VMA par rapport à la sécrétion de catécholamines
E K E Gunderson	1963 - Antarctique américain	Étude descriptive longitudinale	Questionnaire The List of Common Symptoms, distribué à 3 reprises lors de 2 expéditions. 174 et 167 hivernants civils et militaire dans 6 stations antarctiques américaines.	Mesurer les réactions émotionnelles dans plusieurs groupes de scientifiques et marins qui ont expérimenté l'isolement et le confinement prolongé dans des stations scientifiques en Antarctique.	- La taille de la station n'est pas un facteur dans l'incidence des plaintes émotionnelles et somatiques - On retrouve une augmentation des symptômes jusque la mi-hiver (sauf les myalgies) - Les symptômes les plus répandus à la mi-hiver sont : les troubles du sommeil, symptômes dépressifs puis céphalées, ennui, irritabilité, myalgies - Incidence très élevée de symptômes dépressifs, irritabilité, troubles du sommeil (72 %) par rapport à la population générale - L'usage de médicaments ou de l'alcool pour soulager les symptômes est assez faible (26 %) - L'anxiété était peu signalée	Technique d'évaluation peu spécifique, peu de sujets et nombre de répondants a varié, paramètres environnementaux et de personnalité non précisés, manque de concepts en 1963
E K E Gunderson	1964 – 1966 - Antarctique américain	Étude descriptive longitudinale	Évaluations des chefs de stations et questionnaires de dix symptômes courants. Trois expéditions américaines comprenant militaires et civils	Quels sont les principaux symptômes émotionnels en Antarctiques, comment évoluent t'ils et quelles sont les caractéristiques de personnalité ou de rôle qui les favorisent ?	- Des problèmes de santé mentale préoccupants ont eu lieu dans les petites stations antarctiques - Les symptômes émotionnels tels que l'insomnie, l'anxiété, la dépression et l'irritabilité étaient fréquents et avaient tendance à augmenter au cours de l'hiver - Le groupe le plus touché était celui des militaires - L'adaptation émotionnelle dépend de manière importante du travail du membre dans la station et de la pertinence de ses besoins psychologiques, de ses traits de personnalité et des intérêts récréatifs pour son rôle propre	Questionnaire peu spécifique, pas de groupe contrôle

C Jankosky	2005 - Milieu sous-marin pacifique	Étude descriptive longitudinale	Évaluations. 138 sous-marinières américains	Quelle est la morbidité physique et psychique 3 mois après une collision de sous-marin ?	- L'équipage était blessé à 90 % - 17 sous-marinières ont eu besoin de soins psychiatriques au cours des 3 mois - Il n'y avait pas de corrélation entre le degré de blessure physique et le développement d'un TSPT ou d'un autre trouble psychiatrique - 2 membres n'ont pas pu réintégrer le service des sous-marins	Pas de groupe contrôle, taille d'échantillon réduite
L Palinkas	1988-1989 - Antarctique américain	Étude descriptive longitudinale	Mesure de l'expérience antérieure en antarctique, caractéristiques sociales et démographiques, symptômes dépressifs (indice de 18 symptômes). 121 hivernants	Examiner prospectivement les caractéristiques des syndromes dépressifs avant et après un an en Antarctique afin de déterminer si nature saisonnière et identifier les caractéristiques	- La dépression estivale et l'état matrimonial sont des prédicteurs importants qui représentent 42 % de variance de la dépression hivernale - quatre facteurs comprenant un ensemble de symptômes psychiatriques représentent 61,6 % de la variance - L'isolement social est un facteur de risque plus important que les conditions climatiques	Questionnaire peu spécifique, non généralisable à la population générale
L Palinkas	1988-1989 - Antarctique américain	Étude descriptive longitudinale	Caractéristiques sociodémographiques, événements de vie et stress professionnel, caractéristiques de la personnalité (confiance en soi et locus de contrôle), méthodes et ressources d'adaptation, sociales (questionnaire QSE) et symptômes dépressifs 121 hivernants américains	L'exposition prolongée est -elle associée à une augmentation des symptômes dépressifs, aux changements de personnalité et à l'adaptation ? Déterminer si les caractéristiques sociodémographiques, de personnalité, méthodes et ressources d'adaptation et ressources sociales peuvent prédire l'évolution des symptômes dépressifs en Antarctique pendant 1 an	-On a retrouvé une augmentation significative des symptômes dépressifs, de l'utilisation de l'évitement et de la décharge émotionnelle comme ressource d'adaptation - À T0, les symptômes dépressifs étaient liés aux événements négatifs de la vie et au stress lié au travail, à l'évitement et la décharge émotionnelle et inversement associés à la confiance en soi et à la satisfaction à l'égard du soutien social - À T1, les symptômes dépressifs étaient directement associés aux événements de vie négatifs, à l'évitement, l'adaptation active-cognitive et active-comportementale, la recherche d'informations, la régulation affective, la décharge émotionnelle et inversement associés aux mesures de confiance en soi et à la satisfaction perçue à l'égard du soutien social - Il n'y avait pas de prédicteur significatif des symptômes dépressifs à T1 parmi les caractéristiques sociales et démographiques, les mesures d'autres facteurs de stress de la vie, la personnalité, les méthodes et ressources d'adaptation et les ressources sociales de cette cohorte	Les résultats des analyses de régression doivent être interprétés avec prudence du fait de la petite taille de l'échantillon qui empêchait l'utilisation d'un échantillon de validation
L Palinkas	1991 - Antarctique américain	Étude descriptive longitudinale	Questionnaire SPAQ et échelle Hamilton – TAS (SIGH-SAD). 87 hivernants des stations australes américaines	Quelle proportion de dépressions hivernales si exposition à des changements saisonniers en haute latitude ? L'exposition modifie-t-elle la façon dont les individus perçoivent la saisonnalité ? La saisonnalité varie-t-elle avec la latitude ?	- Le score de saisonnalité a augmenté de février-mars à juillet-août et n'était pas lié à la latitude - Le TAS touchait 1,5 % des membres, le TAS sous syndromique en hiver 29,9 % d'entre eux - Le score de Hamilton a augmenté de février-mars à juillet-août. Durant cette période, ce taux a diminué dans une station avant d'augmenter en octobre - La saisonnalité de l'humeur et du comportement est associée à une latitude croissante	Taille d'échantillon réduite

L Palinkas	1997-1998 - Antarctique américain	Étude descriptive longitudinale	Questionnaire profil des états d'humeur et Center for Epidemiologic Studies Depression. 2 femmes et 10 hommes américains en Antarctique	Déterminer si les changements de la fonction thyroïdienne induits par l'Antarctique du syndrome polaire T3 sont associés à des changements d'humeur saisonniers caractéristiques du syndrome hivernal	- Présence de pics d'hormones thyroïdiennes en novembre et juillet, et de creux en mars-avril - Niveaux élevés de tension-anxiété et de confusion sont précédés par un déclin de T3 et T4 libre - L'anxiété, la tension et les troubles de l'humeur ont précédé le déclin de T3 libre, suggérant une rétroaction de l'humeur sur la T3 - les symptômes de ce syndrome hivernal sont des états d'hypothyroïdie relative du SNC - Il y a une possible association entre le syndrome hivernal et le syndrome T3 polaire - Les changements d'humeur et l'augmentation du métabolisme de repos sont des conséquences de l'axe hypothalamo-hypophysaire-thyroïdien	Mesure d'intervalle long (mensuel), petit nombre de sujets
M Premkumar	2010 – 2011 - Antarctique indien	Étude descriptive longitudinale	Échantillons de sérum : vitamine 25-OH-D, PTH, phosphatase alcaline totale, calcium et phosphate, inventaire de Beck, échelles PANAS et de stress perçu. 20 hivernants indiens en Antarctique	Évaluer la variation saisonnnière du métabolisme de la vitamine D et PTH et corrélés ces changements avec mesures de dépression, de stress perçu et des changements des marqueurs du métabolisme minéral	- Un faible taux de vitamine D et l'augmentation de la PTH sont associés à la dépression et au stress. Ces derniers sont associés à la photopériode extrême - Légère carence vitamine D chez 10 % à l'arrivée et 25 % pendant l'hiver (à 6 mois) - Le score moyen de dépression est plus élevé mais seulement 10 % de dépression mineure - Les scores de PTH sont plus élevés à 6 mois et corrélés avec un score PANAS plus élevé - la faible exposition à la lumière, la baisse de la vitamine D et l'augmentation de la PTH sont associés à la dépression pendant 1 an de résidence en Antarctique - Un faible apport alimentaire et la diminution d'exposition au rayonnement solaire réduisent les niveaux de vitamine D, suggérant qu'une supplémentation peut être nécessaire	Échantillon réduit ne permettant pas de conclure sur la causalité multifactorielle des maladies psychiatriques (15 à 30 sujets), limite l'effet d'ampleur et de puissance, population non indigène
C Tortello	2020 - Antarctique argentin	Étude descriptive longitudinale	Questionnaires : affectifs, d'adaptation, de styles de défense, de récupération et de stress, sociaux et professionnels, sur le contenu de l'emploi. 13 hivernants de la Station Antarctique argentine Belgrano	Étudier les variations d'humeurs, les stratégies d'adaptation et la dynamique de groupe en relation dialectique en Antarctique	- L'humeur était stable - L'adaptation était axée sur les problèmes plutôt que sur les émotions - Les mécanismes de défense matures étaient plus élevés mais diminuaient au cours du dernier semestre. Les mécanismes immatures sont restés stables - La relation entre le stress et la récupération était stable - Le soutien social des pairs et de la hiérarchie a diminué tout au long de l'année - Les paramètres professionnels, sociaux et la capacité à faire face étaient corrélés. La latitude décisionnelle était positivement associée à l'indice de récupération du stress et à l'adaptation centrée sur les problèmes	Petit échantillon, pas de mesure objective pour compléter les mesures subjectives, absence de groupe témoin sur le continent, il aurait été utile de mesurer les effets positifs et l'interaction avec la dynamique de groupe

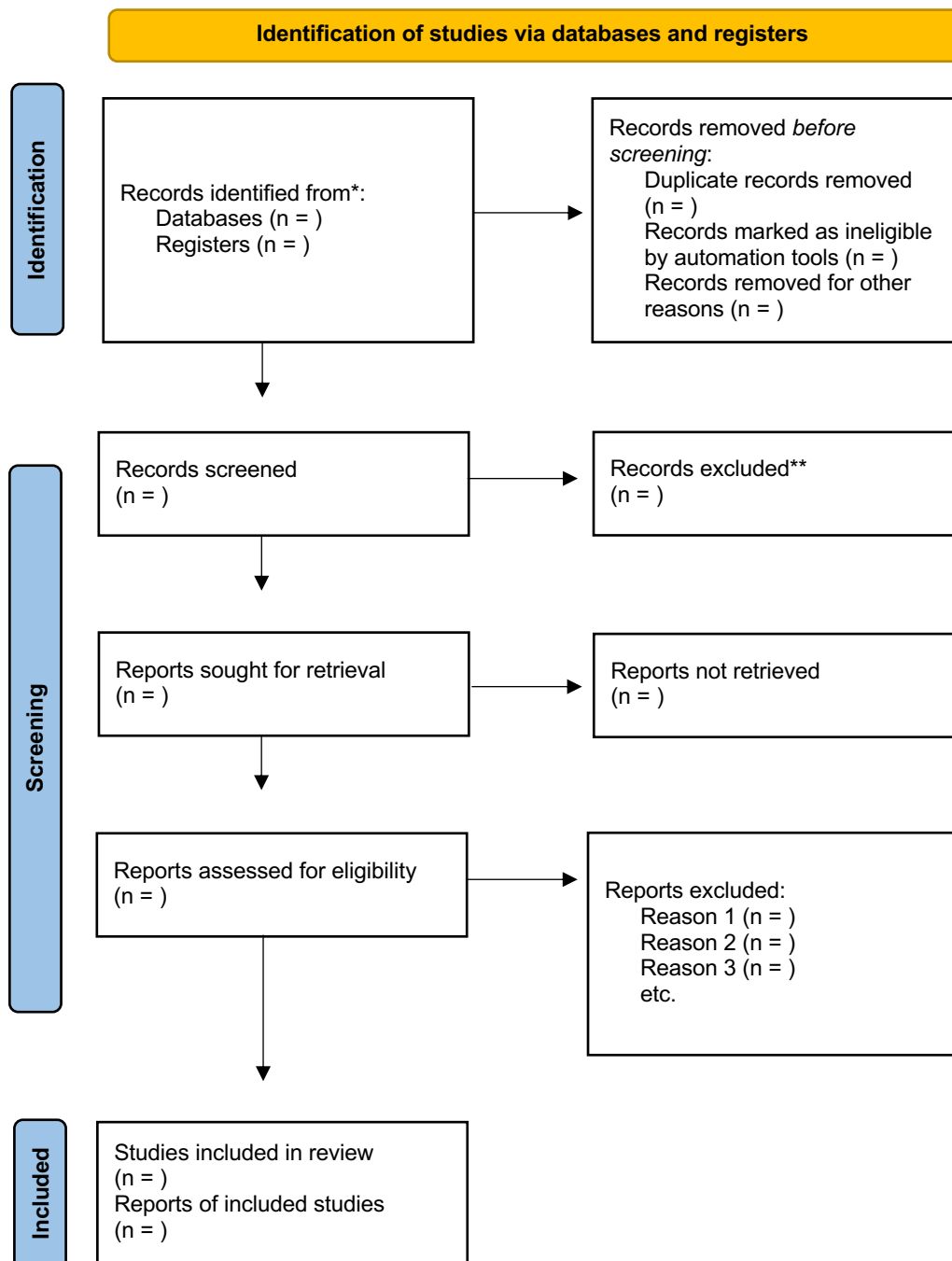
J Wood	1996-1997 - Antarctique australien	Étude descriptive longitudinale	Questionnaire qualitatif des expériences positives et négatives, questionnaire 16-PF 104 membres de 4 stations australiennes (89 hommes, 15 femmes)	Les expériences positives et négatives coïncident t'elles ? Y'a-t-il des variations saisonnières dans les expériences marquantes des participants ? Y'a-t-il une plus grande incidence d'expériences positives ou négatives ?	- 28,3 % des membres ont signalé : « pas de problème » ou « rien de spécial » tandis que 43,3 % des réponses comprenaient des expériences positives et négatives - La plupart des jours il n'y avait rien de positif ou négatif à signaler - Il y avait bien plus de réponses positives - Cette étude ne peut pas conclure sur une éventuelle variation saisonnière - Il existe des différences intergroupes	16 PF ne couvre pas toutes les caractéristiques de personnalité (comme le besoin de réussite ou locus de contrôle), ces résultats peuvent être liés à l'humeur et au comportement qui n'est pas mesuré, données incomplètes, réponses binaires
C Xu	2007 - Antarctique chinois	Étude descriptive longitudinale	Questionnaire profil des états d'humeur, Analyse génique dans les cellules sanguines sauf les érythrocytes. Hivernants chinois	Analyser l'association entre phénotypes psychophysiques et expression génique dans l'adaptation humaine en Antarctique	- 47 des 133 phénotypes étaient modifiés - La testostérone était négativement corrélée avec les changements maximaux d'hémoglobine oxygénée dans le cerveau droit et positivement à la tension-anxiété, dépression, colère, fatigue - La FSH n'était pas corrélée avec des changements phénotypiques - 92 gènes impliqués dans la spermatogénèse, le développement du système nerveux et la réaction aux médicaments étaient fortement exprimés et associés aux paramètres d'humeur	Questionnaire psychiatrique généraliste
J Bell	1984 - Antarctique britannique	Étude observationnelle cas-témoins	Questionnaire général de la santé. 12 hivernants britanniques 21 témoins célibataires en zone urbaine	Évaluer les effets psychologiques de l'Antarctique	- Parmi les 3 démissionnaire, 2 souffraient de troubles psychiques et 1 était malheureux - La moyenne était plus faible en été qu'en hiver notamment concernant les troubles du sommeil et l'échelle générale des maladies - Il n'a pas été retrouvé d'effet durable de l'hivernage chez ceux qui sont restés - Il n'y avait pas de différence avec le groupe témoin	Faible nombre de personnes, questionnaire généraliste
N Dean	1972-1983 - Milieu sous- marin américain	Étude observationnelle cas-témoins	Calcul du taux mensuel moyen de consultations ambulatoire pour motif psychiatrique. Sous-mariniens, marins de frégates américains	Étudier la morbidité ambulatoire en santé mentale chez le personnel de sous-marins entre 1972 et 1983	- Le taux de consultations était assez faible, semblable aux marins de surface - On retrouvait une tendance à la baisse de la morbidité de 40 % - Cependant, des pics de troubles liés à l'alcool de 2 à 3 fois ont été constatés en 1974-1975 sans explication notable	Possible biais diagnostic, troubles peu spécifiques

J Eid	1996-1999 - Milieu sous-marin norvégien	Étude observationnelle cas-témoins	Questionnaires : 30-item Coping Style Questionnaire, PTSS, IES, GHQ. 47 membres de 3 sous-marins comparés à des naufragés d'une frégate norvégienne	Évaluer si l'exposition en temps de paix à un accident entraîne des réactions de stress aigu, si des facteurs contextuels ou individuels sont associés à des réactions de stress plus aigus ou à une diminution de la qualité de vie	- 4 % des membres souffraient d'un état de stress aigu - La cohésion de l'unité et styles d'adaptation habituels sont des facteurs de résilience - L'exposition antérieure à des incidents critiques et l'expérience à une mauvaise stratégie pour faire face sont des facteurs de vulnérabilité expliquant 32 % de réactions de stress aigu - Les facteurs de personnalité rentrent peu en compte	Échantillon réduit et sélectionné : exclusivement masculin, militaire, pas représentatif des autres groupes exposés à des événements traumatisants, bien que pour les facteurs de vulnérabilité et de résilience, un échantillon homogène est préférable
N Kanas	1994-1998 - Espace américain et russe	Étude observationnelle cas-témoins	Questionnaire Profil des états d'humeur. Cas : 13 astronautes et cosmonautes du programme Shuttle-Mir Témoins : 58 personnels des centres de contrôle	Étudier de manière rétrospective les données de 13 astronautes en cotant le Profil des états d'humeur et comparer l'asthénie à 58 personnels de centres de contrôle	- Il y a une controverse à savoir si l'asthénie existe dans l'espace, cela est attribuable en partie au fait que ce diagnostic n'est pas reconnu dans le DSM-IV - Il n'y avait pas de différence avant et après le décollage ni lors des différentes étapes de la mission - Les scores des astronautes et des cosmonautes étaient inférieurs aux scores des personnels sur terre - Cette étude n'a pas pu démontrer l'existence d'asthénie dans l'espace - Les russes ont des outils qui valident l'asthénie	Biais du Profil des états d'humeur qui n'évalue que l'état émotionnel et pas physiologique, définition de l'asthénie peu sensible, petite taille, moyennes hebdomadaires



## Annexe 2. Diagramme de flux

PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases and registers only



\*Consider, if feasible to do so, reporting the number of records identified from each database or register searched (rather than the total number across all databases/register).

\*\*If automation tools were used, indicate how many records were excluded by a human and how many were excluded by automation tools.

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

### Annexe 3. Critères PRISMA – PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
<b>TITLE</b>			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	
<b>ABSTRACT</b>			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	
<b>INTRODUCTION</b>			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	
<b>METHODS</b>			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	
<b>RESULTS</b>			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	
<b>DISCUSSION</b>			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
<b>OTHER INFORMATION</b>			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

---

## SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me le demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque. »

LE BIHAN (Alban) – Troubles psychiques en milieux isolés, confinés et extrêmes : l'exemple des missions spatiales, antarctiques et sous-marines. Une revue systématique de la littérature. - 118 f, 13 fig., 3 annexes.

Th. : Méd. : Brest 2022

**RESUME** :

Après avoir décrit les différents types de facteurs de stress présents lors des missions spatiales, antarctiques et sous-marines, cette revue explore les troubles psychiques et les problèmes psychosociaux rencontrés dans ces milieux isolés, confinés, extrêmes et inhabituels.

Elle passe en revue l'évolution des connaissances d'un point de vue chronologique, les points de comparaison de tels environnements, ainsi que leurs différences. Les troubles psychiques peuvent être diffus et aspécifiques, ou bien constituer de véritables syndromes. Bien qu'ils soient relativement peu fréquents, ils peuvent impacter la sécurité de l'équipage et le succès de la mission.

L'auteur présente une revue systématique de la littérature, incluant 44 articles, permettant de saisir les enjeux psychiques individuels et groupaux au sein de ces environnements. Il insiste sur les notions d'adaptation et d'interaction sociale. En effet, les problèmes psychosociaux peuvent favoriser l'émergence de troubles psychiques et inversement.

Il conclut en exposant les effets positifs en matière de santé mentale et les défis liés aux missions futures. Enfin, cette revue ouvre la discussion en comparant ces milieux ICE à d'autres situations proches, mais non similaires, telles que les confinements sanitaires liés à la pandémie de COVID-19.

**MOTS CLES** :

TROUBLES PSYCHIATRIQUES

TROUBLES PSYCHOLOGIQUES

MILIEUX ISOLES CONFINES EXTREMES INHABITUELS

ANTARCTIQUE – ESPACE - SOUS-MARIN

**JURY** :

Président : M. WALTER

Directrice : Mme. LAVENNE-COLLOT

Membres : M. BRONSARD

M. SIMSON

**DATE DE SOUTENANCE** :

11 octobre 2022