كلية الطب والصيدلة وطب الأسنان

FACULTÉ DE MÉDECINE, DE PHARMACIE ET DE MÉDECINE DENTAIRE

جامعة سيدي محمد بن عبد الله - فاس

UNIVERSITÉ SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH DE FES

Année 2025 Thèse N°053/25

LE SEVRAGE VENTILATOIRE CHEZ LES TRAUMATISÉS CRÂNIENS

(à propos de 44 cas)

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 07/02/2025

PAR

Mme. CHARIFI NEZHA

Née le 02 Avril 1998 à Fès

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS :

Ventilation mécanique - Traumatisés crâniens - Sevrage ventilatoire

Extubation - Trachéotomie

JURY

M. KHATOUF MOHAMMED .... PRÉSIDENT

Professeur d'Anesthésie réanimation

M. BECHRI IBRAHIM ....RAPPORTEUR

Professeur d'Anesthésie réanimation

M. SHIMI ABDELKARIM ....

Professeur d'Anesthésie réanimation

M. DERKAOUI ALI .... JUGES

Professeur d'Anesthésie réanimation

M. HOUARI NAWFAL ....

Professeur d'Anesthésie réanimation

PLAN

SOMMAIRE

INTRODUCTION 13

MATÉRIEL ET MÉTHODES 16

I. Matériel 17

1. Cadre et période de l'étude 17

2. Sélection des patients 17

i. Critères d'inclusion 17

ii. Critères d'exclusion 17

II. Méthodes utilisées 17

1. Recueil des données 17

2. Analyse des données 18

III. Objectifs de l'étude 18

RÉSULTATS 19

I. Profil épidémiologique 20

II. Profil clinique 24

1. Etat neurologique 24

2. Moment d'intubation par rapport à l'admission 24

3. Les lésions associées 25

4. Gestes chirurgicaux 25

III. Profil radiologique 26

1. Type d'imagerie initiale 26

2. Résultats de l'imagerie initiale 27
3. Imagerie de contrôle 28
IV. Sédation 28
1. Protocole de la sédation 28
2. Sevrage de la sédation 28
3. Arrêt de la sédation 29
V. Ventilation mécanique (VM) 30
1. Durée de VM 30
2. Paramètres de VM 30
i. Volume courant (Vt) 30
ii. Pression expiratoire positive (PEP) 30
VI. Complications au cours du séjour en réanimation 31
1- Pneumopathies acquises sous ventilation mécanique (PAVM) 31
i. Incidence 31
ii. Délai de survenue 31
iii. Enquête bactériologique 32
iv. Antibiothérapie 32
v. Durée de l'antibiothérapie 33
2. Syndrome de détresse respiratoire aigu (SDRA) 33
VII. Période de sevrage 34
1. Paramètres cliniques avant la première tentative de sevrage 34

i. Etat neurologique 34

ii. Sécrétions bronchiques 35

2. Paramètres gazométriques 36

3. Épreuve de ventilation spontanée (EVS) 37

i. Modalités de l'EVS 37

ii. Résultats de l'épreuve de ventilation spontanée 37

VIII. Extubation 40

1. Critères d'extubation 40

i. Statut neurologique 40

ii. Réflexe de toux 41

iv. Test de fuite 42

2. Oxygénothérapie humidifiée à haut débit (ONHD) 42

3. Succès d'extubation 43

4. Échec d'extubation 43

i. Délai de la réintubation 43

ii. Causes d'échec 44

iii. Conséquences de l'échec 44

IX. Trachéotomie 46

1. Délai ou timing 46

2. Décanulation ou trachéotomie prolongée 47

i. Décanulation pendant le séjour en réanimation 47

ii. Trachéotomie prolongée 48
X. Issue des tentatives de sevrage 48
XI. Evolution 49
DISCUSSION 51
I. Traumatisé crânien : particularités respiratoires 52
1. Interactions cerveau-poumon 52
i. Du cerveau au poumon 52
ii. Du poumon au cerveau 53
2. Interdépendance état neurologique /carrefour aéro-digestif 54
i. Coordination Entre la Respiration et la Déglutition 54
ii. Réseaux Neuronaux et Contrôle musculaire 55
II. Ventilation mécanique 56
1. VM chez le cérébrolésé 56
2. Complications de la VM 59
i. Pneumopathies acquises sous ventilation mécanique (PAVM) 59
ii. Neuromyopathie de Réanimation (NMR) 61
iii. Lésion pulmonaire induite par la ventilation mécanique (VILI) 64
III. Gestion de la sédation chez le TCG 67
1. Contrôle de la pression intracrânienne (PIC) 68
2. Fenêtre de sédation 69
3. Contrôle des crises 70

4. Sevrage de la sédation 70

5. Agitation et délirium en réanimation 72

IV. Sevrage ventilatoire..... 75

1. intérêt de la mise en place d'un protocole de sevrage de la ventilation mécanique..... 75

2. L'épreuve de ventilation spontanée (VS)..... 78

i. Les modalités de réalisation 78

ii. Durée de l'épreuve de VS..... 80

iii. Surveillance de l'épreuve de ventilation spontanée 81

3. Issue de l'épreuve de ventilation spontanée 81

V. Extubation..... 83

1. Particularités des cérébrolésés..... 83

i. Timing de l'extubation 83

ii. Délai d'échec d'extubation 84

iii. Evaluation de l'état neurologique chez TC avant extubation 85

2. Scores prédictifs de succès d'extubation chez les cérébrolésés:..... 90

3. Place de l'ONHD et la VNI en post-extubation..... 95

VI. Trachéotomie..... 99

1. Critères de trachéotomie chez le TCG..... 99

2. Trachéotomie précoce vs trachéotomie tardive 101

3. Technique..... 104

i. La technique chirurgicale.....104

ii. La trachéotomie percutanée.....106

4. Décanulation ou trachéotomie prolongée.....109

5. Gestion post réanimation des patients trachéotomisés.....110

LIMITES DE L'ÉTUDE.....111

CONCLUSION.....114

RÉSUMÉS 117

BIBLIOGRAPHIE.....124

ANNEXES 142

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Répartition des cas selon les tranches d'âge 20
Figure 2 : Répartition des cas selon le sexe 21
Figure 3 : Répartition des cas selon le terrain 21
Figure 4: Répartition des cas selon l'étiologie du TC 22
Figure 5 : Répartition des cas selon le mécanisme de l'AVP 23
Figure 6 : Répartition des patients selon le délai d'intubation 24
Figure 7 : Répartition des patients selon les gestes chirurgicaux 26
Figure 8 : Répartition des patients selon type d'imagerie 27
Figure 9 : Répartition des lésions cérébrales chez les patients 27
Figure 10 : Protocole utilisé pour sédation 28
Figure 11: Répartition des patients selon la durée de sédation 29
Figure 12:Répartition des patients selon la PEP 30
Figure 13:Répartition des patients ayant une PAVM selon le délai de survenue 31
Figure 14:Profil bactériologique des PAVM 32
Figure 15:Répartition des patients selon l'abondance des sécrétions 35
Figure 16:Répartition des patients selon l'aspect des sécrétions 36
Figure 17:Répartition des patients selon la modalité de l'EVS 37
Figure 18:Répartition des patients en fonction du nombre des tentatives de sevrage 39
Figure 19:Répartition des patients selon la présence de contact 41
Figure 20:Répartition des patients selon l'abondance des sécrétions en pré-extubation 41

Figure 21: Répartition des patients selon l'aspect des sécrétions en pré-extubation.....42
Figure 22:Répartition des patients ayant connu un échec d'extubation en fonction de la durée de séjour.....45
Figure 23:Répartition des patients selon le timing de la trachéotomie.....46
Figure 24:Répartition des patients en fonction du jour de réussite de sevrage par rapport au jour d'intubation.....49
Figure 25:Répartition des patients selon l'évolution..... 50
Figure 26:Répartition des patients décédés selon le délai entre le décès et le début de sevrage.....50
Figure 27:Mécanismes potentiels associés aux lésions pulmonaires Panneau A (poumon sain), Panneau B (poumon pathologique).....65
Figure 28:Approche suggérée pour la prise en charge de la sédation-analgésie chez les patients en soins intensifs neurologiques(33).....72
Figure 29:Score de FOUR (Full Outline of Unresponsiveness).....87
Figure 30:Coma Recovery Scale-Revised (CRS-R).....89
Figure 31:Kit de trachéotomie percutanée.....107

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Répartition des patients selon les lésions associées 25
Tableau 2:Répartition des patients selon type d'imagerie 26
Tableau 3:Répartition des patients selon l'antibiothérapie adaptée 33
Tableau 4:Répartition des patients selon le GCS avant la 1ère tentative de sevrage 34
Tableau 5:Résultats des données gazométriques des patients 36
Tableau 6:Répartition des patients en fonction de l'issue de la 1ère tentative 38
Tableau 7:Répartition des patients en fonction des causes d'échec de la 1ère tentative 38
Tableau 8:Répartition des patients en fonction du nombre des tentatives de sevrage 39
Tableau 9:Répartition des patients selon le GCS avant extubation 40
Tableau 10:Répartition des patients en fonction de l'issue de l'extubation .. 43
Tableau 11:Répartition des patients ayant échoué à l'extubation selon le délai d'échec 43
Tableau 12:Les causes d'échec d'extubation dans notre étude 44
Tableau 13:Délai de décanulation des patients par rapport à la trachéotomie 47
Tableau 14:Répartition des patients en fonction de l'issue des tentatives de sevrage 48

LISTE DES ABREVIATIONS

TC : Traumatisme crânien

VM : ventilation mécanique

VS : ventilation spontanée

AVP : accident de la voie publique

GCS : Score de Glasgow

TCG : traumatisme crânien grave

TDM : Tomodensitométrie

HSD : Hématome sous dural

HED: Hématome extra dural

HIP : Hématome intra parenchymateux

DTC : Doppler transcrânien

VM : ventilation mécanique

Vt : volume courant

FiO2 : Fraction inspiratoire en O2

PEP : pression expiratoire positive

SaO2 : Saturation en O2

PAVM : Pneumopathie acquise sous ventilation mécanique

PBDP : prélèvement bronchique distal protégé

BGN : bacille gram négatif

SDRA : Syndrome de détresse respiratoire aigu

VS : ventilation spontanée

EVS : Épreuve de ventilation spontanée

AI : aide inspiratoire

TET : tube en T

VNI : Ventilation non invasive

ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit

PAFI : Rapport PaO2/FiO2

PAM : Pression artérielle moyenne

PaO2 : Pression partielle d'oxygène

PCO2 : Pression partielle de gaz carbonique

AI : aide inspiratoire

VS : ventilation spontanée

PEC : prise en charge

ECR : essai clinique randomisé

VMP : ventilation mécanique protectrice

PIC : pression intracrânienne

PtiO2 : pression du tissu cérébral en oxygène

NMR : Neuromyopathie de Réanimation

VNI : Ventilation non invasive

LCA : Lésions cérébrales aiguës

PRIS : Propofol-Related Infusion Syndrome

INTRODUCTION

Le traumatisme crânien est un problème de santé publique au Maroc, et dans le monde. C'est une cause fréquente d'admission en unité de soins intensifs et nécessite souvent une ventilation mécanique.

La ventilation mécanique (VM) et la sédation constituent une pierre angulaire dans la prise en charge des patients traumatisés crâniens graves (TCG) à la phase aigüe, permettant d'améliorer l'hypertension intracrânienne (HTIC), l'oxygénation cérébrale et le maintien d'un équilibre gazeux dont la perturbation est susceptible d'aggraver les lésions cérébrales initiales.

Néanmoins, une ventilation prolongée est associée à une hausse de la morbi-mortalité, à cause de l'augmentation quotidienne du risque de pneumopathie acquise sous ventilation mécanique (PAVM).

Les recommandations actuelles en matière de sevrage ventilatoire chez le traumatisé crânien grave ne trouve pas de consensus en raison des particularités des patients cérébrolésés et des interactions cerveau-poumon.

Contrairement à d'autres groupes de patients pour lesquels des critères précis permettent d'évaluer leur aptitude au sevrage, l'absence de directives spécifiques pour les traumatisés crâniens rend leur gestion particulièrement délicate. L'obtention d'un statut neurologique optimal, souvent considéré comme un prérequis pour le sevrage et l'extubation, s'avère difficile, voire irréaliste, chez ces patients. Cette situation complique davantage la prise de décision et accroît le risque de prolongation de la VM, de morbidité et de mortalité.

De plus, la prédiction du succès de l'extubation chez les patients traumatisés crâniens graves demeure mal définie. Les outils d'évaluation disponibles reposent principalement sur des critères cliniques et des scores neurologiques, comme l'échelle de Glasgow, qui ne reflètent pas toujours avec précision la capacité des patients à maintenir une ventilation spontanée efficace. Cette incertitude souligne l'importance de développer des approches spécifiques pour évaluer l'aptitude au sevrage respiratoire dans cette population.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

I. Matériel

1 .Cadre et période de l'étude :

Nous rapportons les résultats d'une étude rétrospective, et descriptive réalisée dans le service de réanimation polyvalente A1 du CHU Hassan II de Fès, incluant tous les patients traumatisés crâniens graves admis, pendant une période de 17 mois étalée entre le 01 janvier 2023 et le 01 juin 2024.

2 .Sélection des patients :

i. Critères d'inclusion :

-Patient adulte victime d'un traumatisme crânien grave.

-Patient intubé et ventilé plus de 48 heures.

- Patient ayant bénéficié d'une tentative de sevrage ventilatoire.

ii. Critères d'exclusion :

-Traumatisme thoracique associé.

-Traumatisme du rachis associé compromettant la fonction ventilatoire.

-Les patients décédés avant le début de l'épreuve de sevrage ventilatoire.

II. Méthodes utilisées

1. Recueil des données :

La collecte des données épidémiologiques, cliniques, paracliniques, thérapeutiques et évolutives a été effectuée à partir des dossiers des patientes

accessibles dans les archives du service et via le logiciel HOSIX. Cette collecte de données a été réalisée en utilisant une fiche d'exploitation préalablement élaborée. (Annexe 1)

2. Analyse des données :

Les informations recueillies ont ensuite été codées, saisies, puis validées pour être analysées. La saisie des données a été effectuée dans Microsoft Word et Excel 2021 Pro Plus. Une analyse descriptive de l'échantillon est faite, les résultats sont présentés sous forme de pourcentages et de moyennes et mis sous forme de diagrammes.

III. Objectifs de l'étude :

-Analyser les pratiques actuelles de sevrage ventilatoire chez les patients traumatisés crâniens graves.

-Réaliser une revue de la littérature sur les particularités ventilatoires des patients cérébrolésés et les modalités du sevrage ventilatoire spécifiques à cette population particulière.

-Élaborer des protocoles de sevrage ventilatoire adaptés aux patients TCG et à leurs particularités ventilatoires, incluant des critères d'évaluation spécifiques, des stratégies d'optimisation de la ventilation et des algorithmes décisionnels.

RÉSULTATS

I. Profil épidémiologique

Durant la période de l'étude, 44 patients atteints d'un traumatisme crânien grave ont été admis au service, ont bénéficié d'une ventilation mécanique avec un protocole de sevrage et ont été inclus dans l'étude.

1. Répartition selon l'âge :

Dans la série étudiée, nous avons constaté que l'âge moyen est de 44,29 ans avec des extrêmes d'âge allant de 21 ans à 78 ans. La tranche d'âge la plus touchée était celle entre 18 et 40 ans, elle correspond à 19 de nos patients soit 43.18% des cas.

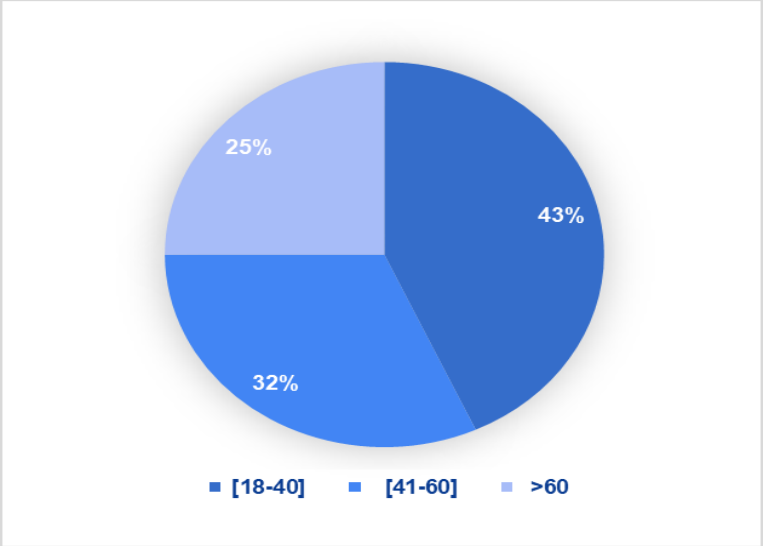


Figure 1: Répartition des cas selon les tranches d'âge

2. Répartition selon le sexe :

Dans cette série, les patients se répartissent de la manière suivante :

- 40 de sexe masculin : soit 90.9 %.
- 4 de sexe féminin : soit 9.1 %.

-Le Sex-ratio (M/F) est de 10, on note une nette prédominance masculine

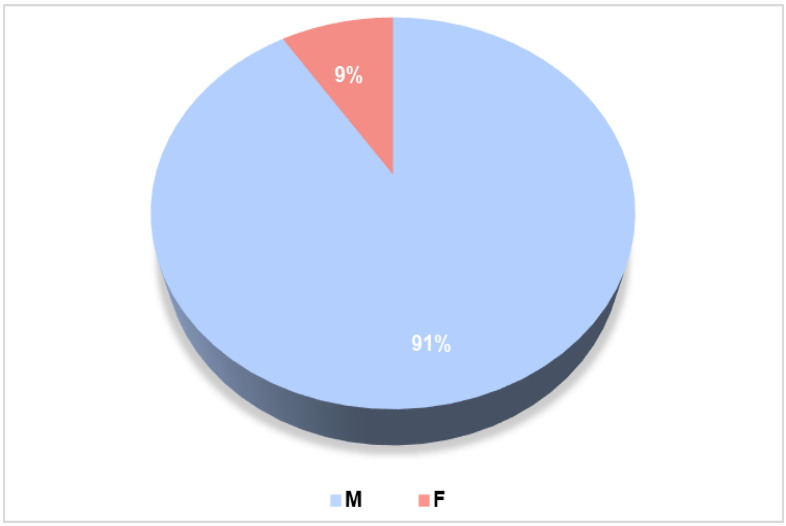


Figure 2 : Répartition des cas selon le sexe

3. Répartition selon le terrain :

88.63 % de nos patients ne présentaient aucun antécédent médical ou chirurgical ou toxique particulier. 11.37 % étaient suivis pour des pathologies chroniques réparties essentiellement entre hypertension artérielle, diabète, cardiopathie ischémique et un patient était hémodialysé chronique.

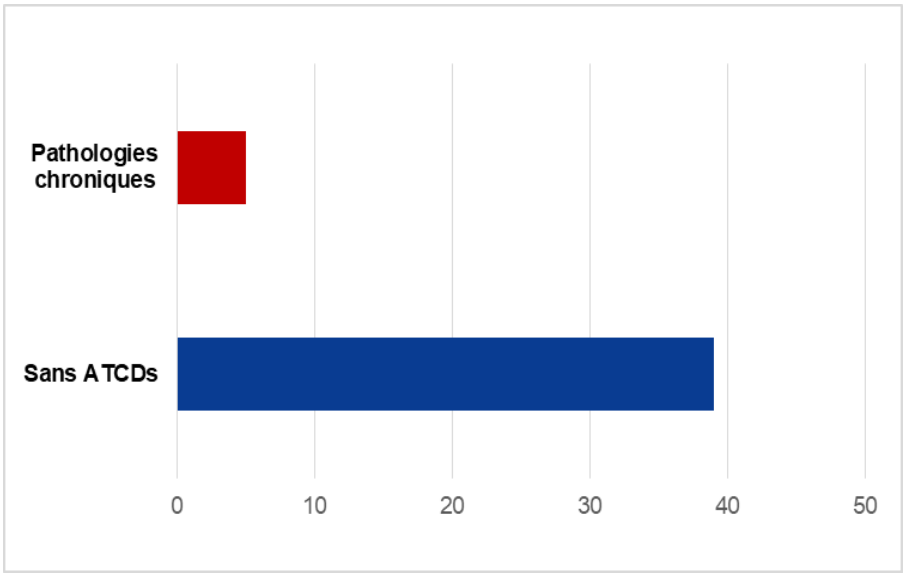


Figure 3 : Répartition des cas selon le terrain

4. Répartition selon les circonstances et les mécanismes du traumatisme crânien :

i. Circonstances du traumatisme crânien (TC) :

Les accidents de la voie publique (AVP) étaient la première cause du TC dans notre série avec 34 patients sur l'ensemble de nos malades, soit une fréquence de 77,28 %. Les chutes occupaient la seconde place avec une fréquence de 16 % (soit 7 cas) et les agressions représentaient 6.81 % des cas, soit 3 patients.

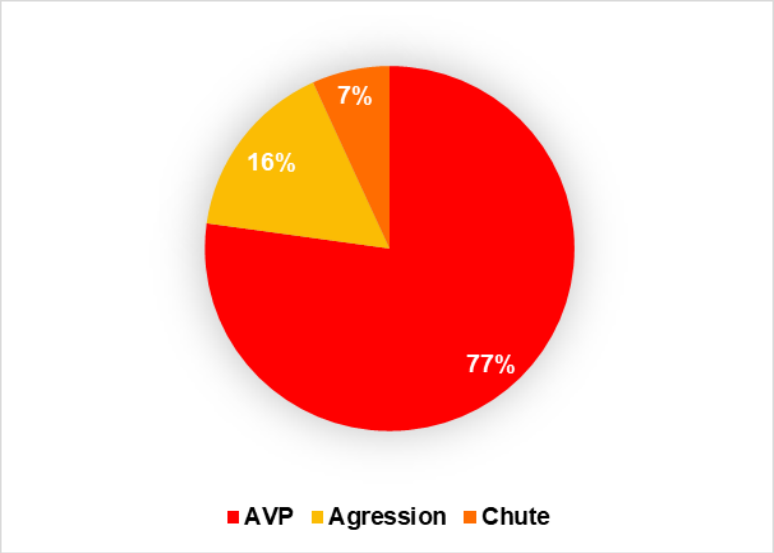


Figure 4: Répartition des cas selon l'étiologie du TC

ii. Le mécanisme de l'AVP :

Parmi les 34 malades dont la cause du traumatisme crânien est un AVP:

19 sont des motocyclistes (soit 43,18 %) ce qui constitue donc le principal mécanisme du traumatisme dans notre étude, 11 malades soit 25 % sont des piétons, et 4 cas de conducteurs de voitures (9,09 %).

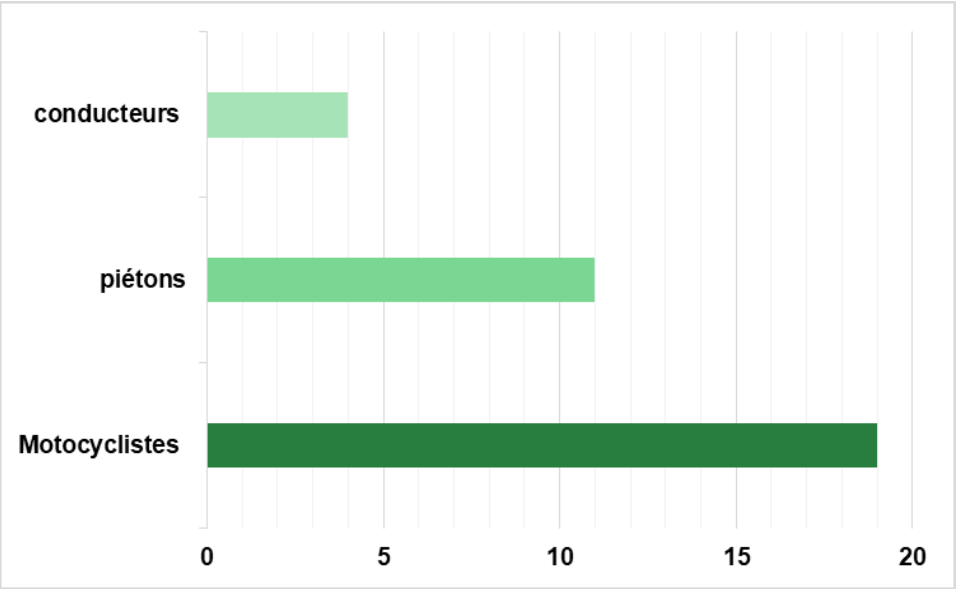


Figure 5 : Répartition des cas selon le mécanisme de l'AVP

II. Profil clinique

1. Etat neurologique :

Le Score de Glasgow (GCS) a été utilisé pour l'évaluation de l'état neurologique des patients à leur admission, et régulièrement pendant leur séjour en réanimation. Un GCS≤ 8, définit le traumatisme crânien grave (TCG). Tous les patients de notre série présentaient un TCG avec un score de Glasgow inférieur à 8, avec une moyenne de GCS de 7.6.

2. Moment d'intubation par rapport à l'admission :

Tous nos patients ont été intubés et ventilés dans les premières heures de leur admission (<6h). Sachant que quelques patients présentaient un GCS à 15, puis ils ont altéré leur état de conscience d'où l'indication d'intubation.

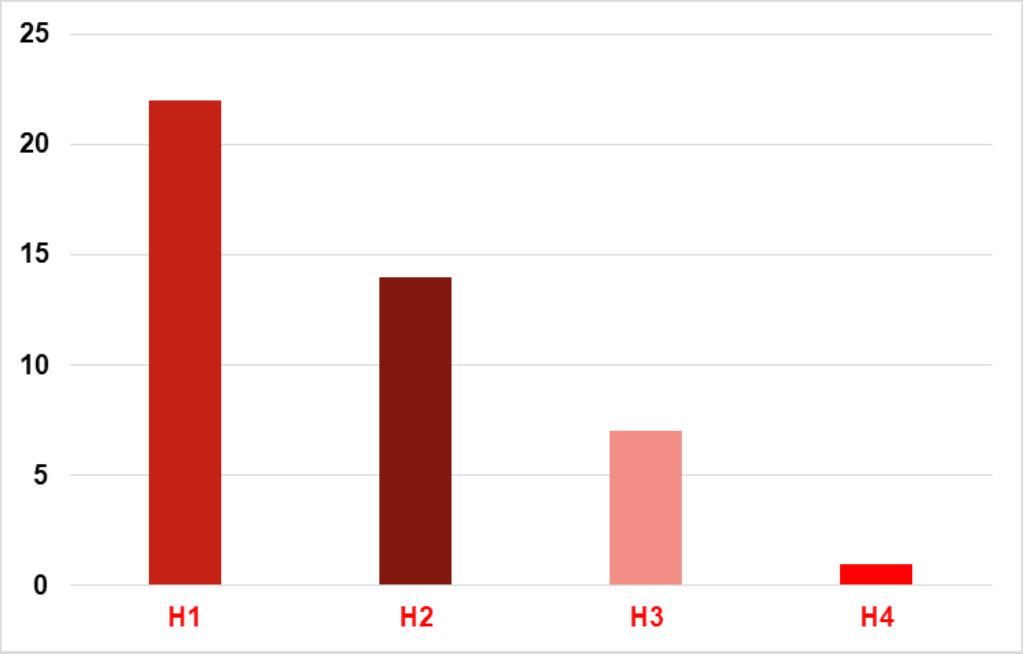


Figure 6 : Répartition des patients selon le délai d'intubation

3. Les lésions associées :

La répartition des patients selon les lésions associées est représentée par le tableau suivant.

Tableau 1:Répartition des patients selon les lésions associées

Lésions associées	Nombre de cas	Pourcentage (%)
Traumatisme crânien isolé	19	43.19%
Lésions associées :	25	56.81%
- lésions des membres	8	18.18%
- Lésions faciales	17	38.63%

4. Gestes chirurgicaux :

Dans notre série, 52.27 % des patients ont bénéficié d'un geste chirurgical. Parmi ces derniers, 15 patients ont bénéficié d'un geste neurochirurgical, à savoir : une évacuation d'hématome ou un volet décompressif.

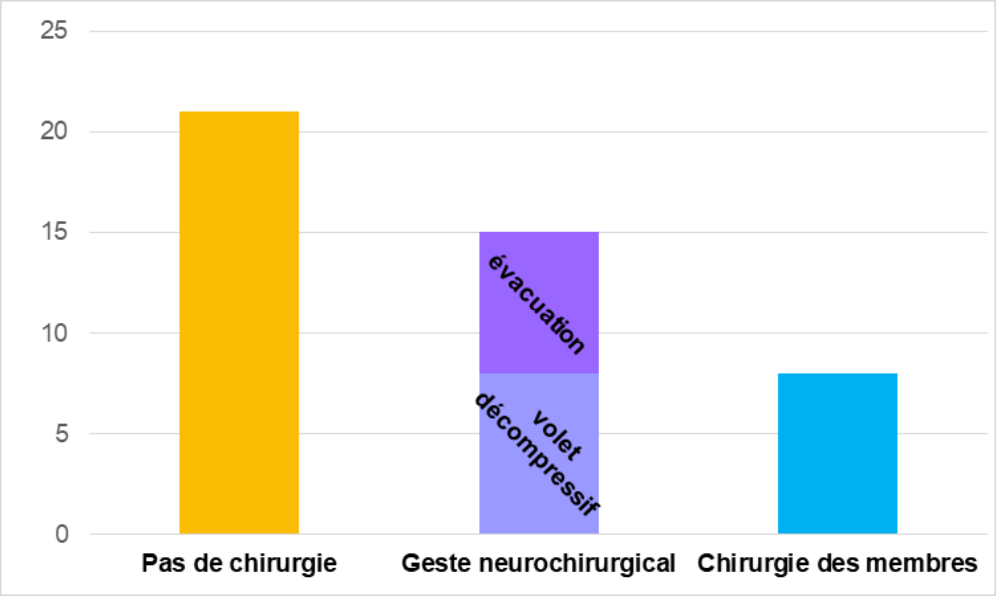


Figure 7 : Répartition des patients selon les gestes chirurgicaux

III. Profil radiologique

1. Type d'imagerie initiale :

L'indication de body scanner a été posée devant la présence d'un des critères de Vittel chez 93.19% de nos patients.

Tableau 2:Répartition des patients selon type d'imagerie

Type d'imagerie	Nombre de cas	Pourcentage (%)
TDM Cérébrale seule	3	6.81%
Body scanner	41	93.19%

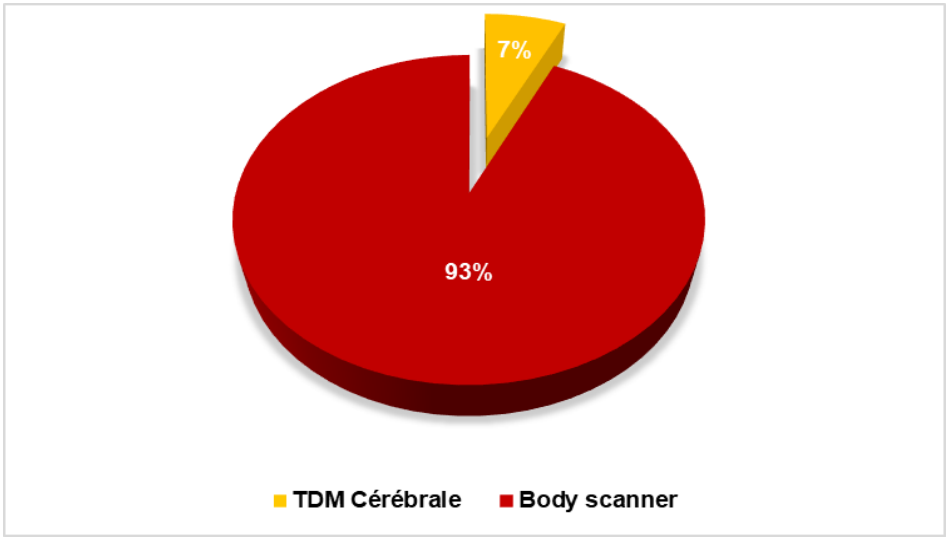


Figure 8 : Répartition des patients selon type d'imagerie

2. Résultats de l'imagerie initiale :

Chez aucun des patients, la TDM cérébrale à l'admission n'est revenue normale.

Dans notre étude, on constate que les lésions parenchymateuses sont au premier plan par rapport aux lésions osseuses.

Les foyers de contusion ont été la lésion la plus fréquente avec un pourcentage de 75%, suivis par l'hémorragie méningée avec un pourcentage de 56.81%.

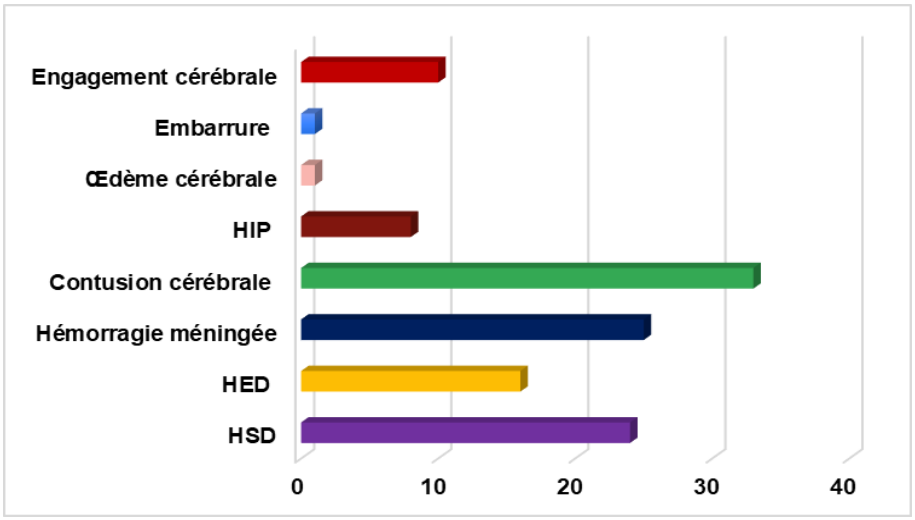


Figure 9 : Répartition des lésions cérébrales chez les patients

3. Imagerie de contrôle :

Tous les patients ont bénéficié d'une TDM cérébrale de contrôle durant leur séjour afin d'évaluer l'évolution des lésions.

IV. Sédation

1. Protocole de la sédation :

100% des patients ont bénéficié d'un protocole de sédation suite à la mise sous ventilation mécanique. 34 patients soit 77.26% ont bénéficié d'un protocole de sédation par perfusion continue du Midazolam+fentanyl+Propofol, et 10 patients par Midazolam+fentanyl.

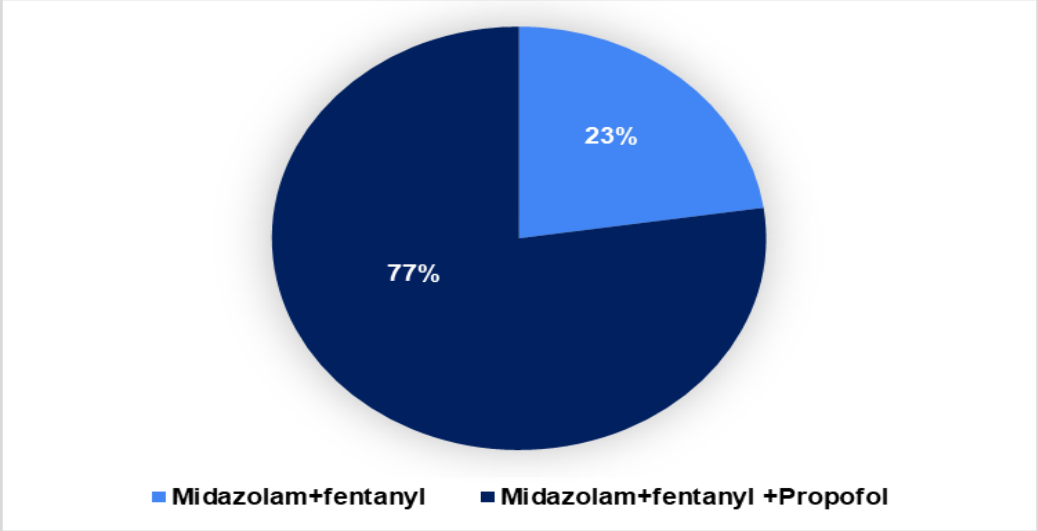


Figure 10 : Protocole utilisé pour sédation

2. Sevrage de la sédation :

Après la stabilisation hémodynamique et respiratoire des patients, ainsi que la stabilisation neurologique, évaluée par l'amélioration des lésions scanographiques, et un contrôle de la pression intracrânienne (PIC) évalué par le doppler transcrânien, le sevrage de la sédation est initié par une réduction

progressive des doses des agents sédatifs administrés voire une fenêtre de sédation avec une surveillance stricte de la perfusion cérébrale par le DTC.

Au cours du sevrage, la sédation a été reprise chez 9 patients, soit chez 20.45%. Les causes de reprise ont varié entre : syndrome de détresse respiratoire (SDRA), poussée d'hypertension intracrânienne (HTIC), et état de mal épileptique (EME).

3. Arrêt de la sédation

La durée moyenne de sédation dans notre série était de 5.8 jours.

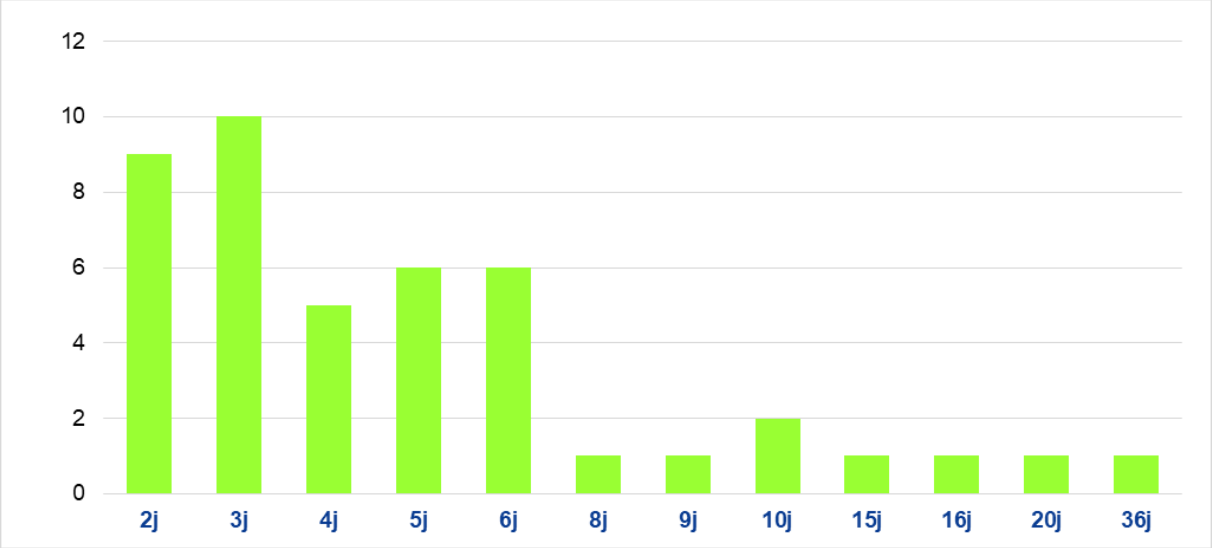


Figure 11: Répartition des patients selon la durée de sédation

V. Ventilation mécanique (VM) :

1. Durée de VM :

Dans notre étude, la durée de ventilation mécanique varie de 3 à 50 jours, avec une moyenne de 12,9 jours. 15 décès sont survenus avant le sevrage de la VM.

2. Paramètres de VM :

i. Volume courant (Vt) :

Dans notre série, la moyenne du volume courant est 398 ml, avec des extrémités allant de 314ml à 486 ml. Soit un Vt à 6-7 ml/kg selon le poids idéal avec des adaptations selon les objectifs de la pression artérielle en CO2.

ii. Pression expiratoire positive (PEP) :

Durant la période de sevrage ventilatoire, 98 % des patients ont une PEP entre 5 et 6 cmH2O.

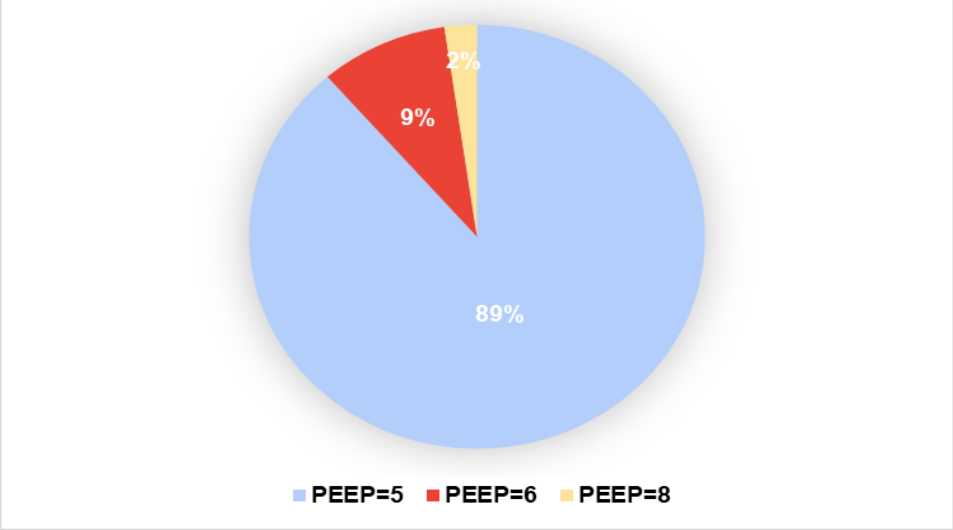


Figure 12:Répartition des patients selon la PEP

VI. Complications au cours du séjour en réanimation

1- Pneumopathies acquises sous ventilation mécanique (PAVM) :

i. Incidence :

Dans notre série, une PAVM est survenue chez 31 patients, soit chez 70.45%.

ii. Délai de survenue :

Les PAVM sont des infections survenant après 48h de ventilation mécanique.

On distingue :

- les PAVM précoces : apparues dans un délai <5 jours
- les PAVM tardives : apparues dans un délai ≥5 jours

Dans notre série, 19 ont été précoces et 12 sont tardives.

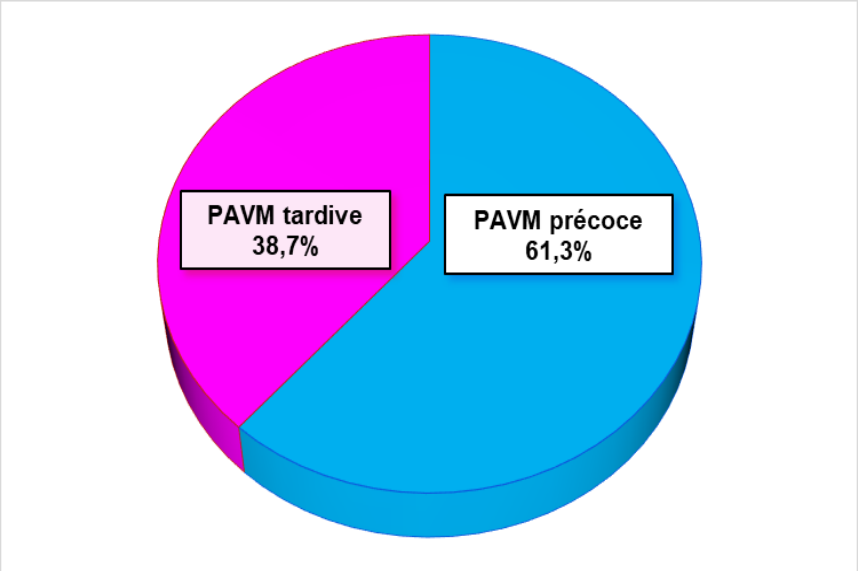


Figure 13:Répartition des patients ayant une PAVM selon le délai de survenue

iii. Enquête bactériologique :

Tous les patients ont bénéficié au moins d'un prélèvement bronchique distal protégé (PBDP) au cours de leur séjour. Quelques patients ont bénéficié en plus d'une PCR multiplex.

Dans notre étude, les germes identifiés sont dominés essentiellement par les BGN.

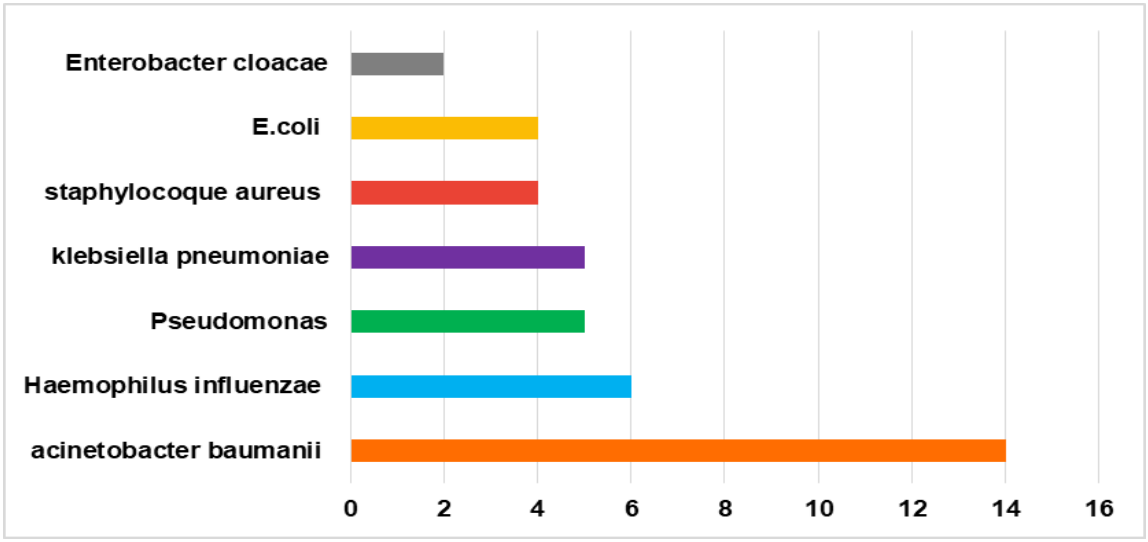


Figure 14:Profil bactériologique des PAVM

iv. Antibiothérapie :

Elle a été adaptée aux résultats du PBDP et/ou de la PCR.

Le tableau suivant présente les molécules les plus utilisées selon les résultats de la bactériologie.

Tableau 3:Répartition des patients selon l'antibiothérapie adaptée

Antibiotiques	Nombre de cas	Pourcentage (%)
Bêta lactamine	5	16.13%
Bêta lactamine + aminoside	5	16.13%
Bêta lactamine + Quinolone	2	6.45%
Bêta lactamine +Glycocycline	4	12.9%
Bêta lactamine + polymyxine	7	22.58%
Bêta lactamine + polymyxine+aminoside	3	9.67%
Quinolone+aminoside	2	6.45%
Glycopeptide	3	9.67%

v. Durée de l'antibiothérapie :

La durée moyenne de l'antibiothérapie est de 7.6 jours avec des extrêmes allant de 7 à 14 jours.

2. Syndrome de détresse respiratoire aigu (SDRA):

4 Patients ont présenté un syndrome de détresse respiratoire aigu, soit 36.37%.

75% des cas de SDRA dans notre étude sont liés à des PAVM. Un cas de SDRA associé à un choc septique a été identifié.

VII. Période de sevrage

1. Paramètres cliniques avant la première tentative de sevrage :

i. Etat neurologique :

-Score de Glasgow :

La répartition des patients selon le score de Glasgow avant la première tentative de servage est représentée par le tableau ci-dessous. On constate que le GCS optimal n'est pas un prérequis obligatoire pour initier une épreuve de sevrage ventilatoire.

Tableau 4:Répartition des patients selon le GCS avant la 1ère tentative de sevrage

GCS	Nombre de cas	Pourcentage (%)
3	1	2.27%
5	3	6.81%
6	3	6.81%
7	16	36.36%
8	3	6.81%
9	5	11.36%
10	8	18.18%
11	3	6.81%
13	2	4.54%

-Doppler transcrânien (DTC) : Dans notre série, tous les patients ont bénéficié d'une surveillance quotidienne voire pluriquotidienne avec DTC. Tous les patients avaient un doppler satisfaisant avant d'entamer le sevrage ventilatoire.

ii. Sécrétions bronchiques :

-Abondance : 12 de nos patients présentaient des sécrétions de grande abondance, 15 de faible abondance, avec une prédominance des sécrétions de moyenne abondance présentes chez 17 patients, soit chez 38.6%.

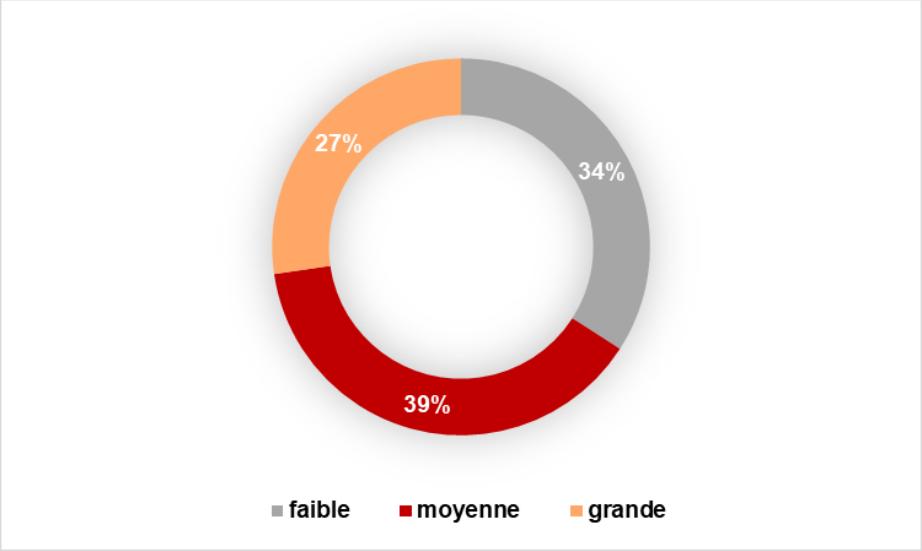


Figure 15:Répartition des patients selon l'abondance des sécrétions

-Aspect : chez 22 patients les sécrétions ont été purulentes.12 patients avaient les sécrétions muco-purulentes, et 10 patients avaient les sécrétions muqueuses.

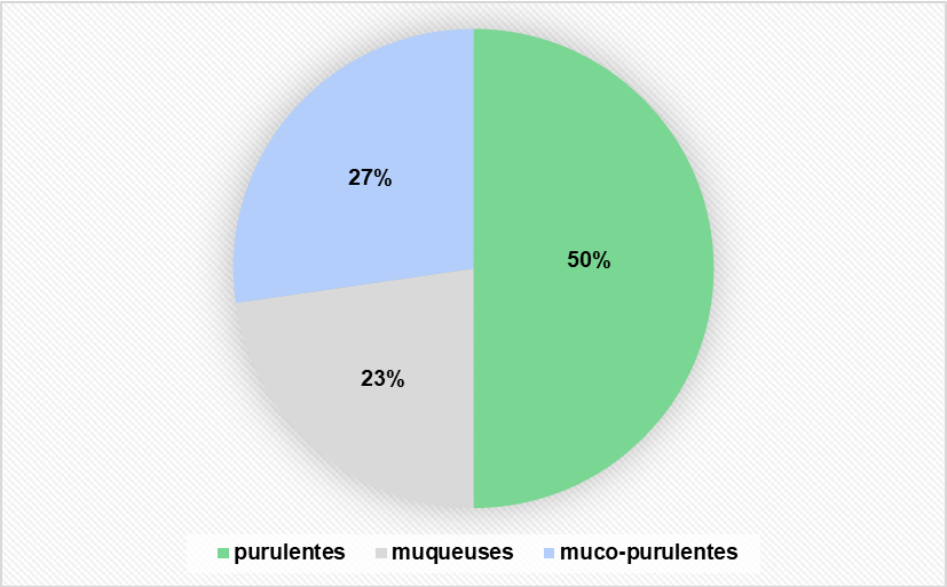


Figure 16:Répartition des patients selon l'aspect des sécrétions

2. Paramètres gazométriques :

Tableau 5:Résultats des données gazométriques des patients

pH	7.38 [7.1-7.6]
HCO3-	24.2 [21-28]
PCO2	36 [33-46]
PaO2	84 [80-100]

3. Épreuve de ventilation spontanée (EVS) :

i. Modalités de l'EVS :

Tous nos patients ont bénéficié d'une épreuve de ventilation spontanée en utilisant :

- L'aide inspiratoire (AI) avec des niveaux d'aides différents ne dépassant pas 7cmH2O avec une pression expiratoire positive (PEP) à zéro, chez 10 patients soit (22.7%).

- Le tube en T (TET) avec la pièce en Y ou au masque à oxygène, chez 34 patients (77.3%).

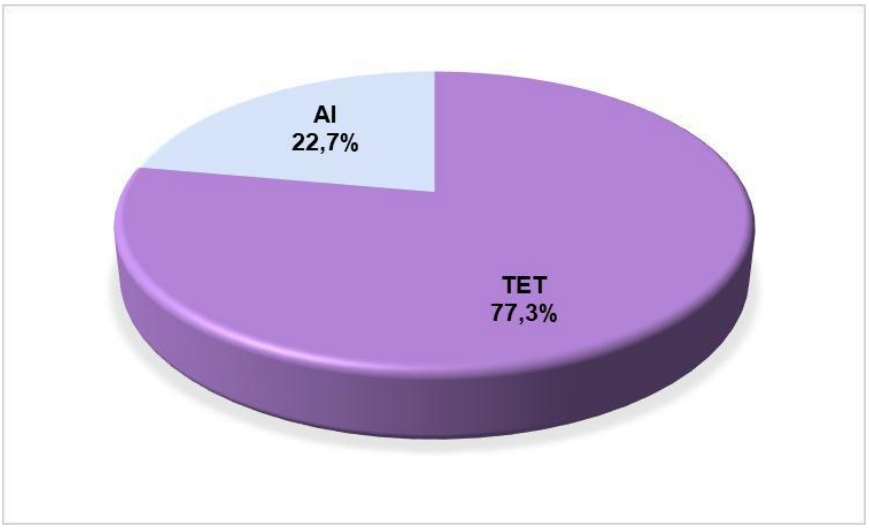


Figure 17:Répartition des patients selon la modalité de l'EVS

ii. Résultats de l'épreuve de ventilation spontanée :

+1ère tentative de l'EVS :

- Issue de la 1ère tentative : dans notre étude, on a eu 24 patients (54.5 %) chez lesquels la première tentative de l'EVS a été réussie, contre 20 patients (45.5 %) qui ont eu un échec de la première tentative.

Tableau 6:Répartition des patients en fonction de l'issue de la 1ère tentative

Issue de la 1ère tentative	Nombre de cas	Pourcentage (%)
Succès	24	54.5%
Echec	20	45.5%

-Causes d'échec de la 1ère tentative de sevrage :

20 patients (45.5 %) ont eu un échec lors de la 1ère tentative de sevrage. Les causes sont dominées par la PAVM survenue chez 12 patients (60 %) ensuite la poussée d'HTIC survenue chez 4 patients (20 %), puis la neuromyopathie de réanimation chez 3 patients (15 %), et 1 cas d'EME (5 %).

Tableau 7:Répartition des patients en fonction des causes d'échec de la 1ère tentative

Causes d'échec	Nombre de cas	Pourcentage (%)
PAVM	12	60%
Poussée d' HTIC	4	20%
Neuromyopathie de réanimation	3	15%
EME	1	5%

+Autres tentatives de sevrage :

-Nombre de tentatives de sevrage : les 20 patients qui ont eu un échec de la première tentative de sevrage ont bénéficié d'autres tentatives.

Tableau 8:Répartition des patients en fonction du nombre des tentatives de sevrage

Nombre de tentative	Nombre de cas	Pourcentage (%)
1	24	54.54%
2	3	6.81%
3	12	27.27%
4	5	11.36%

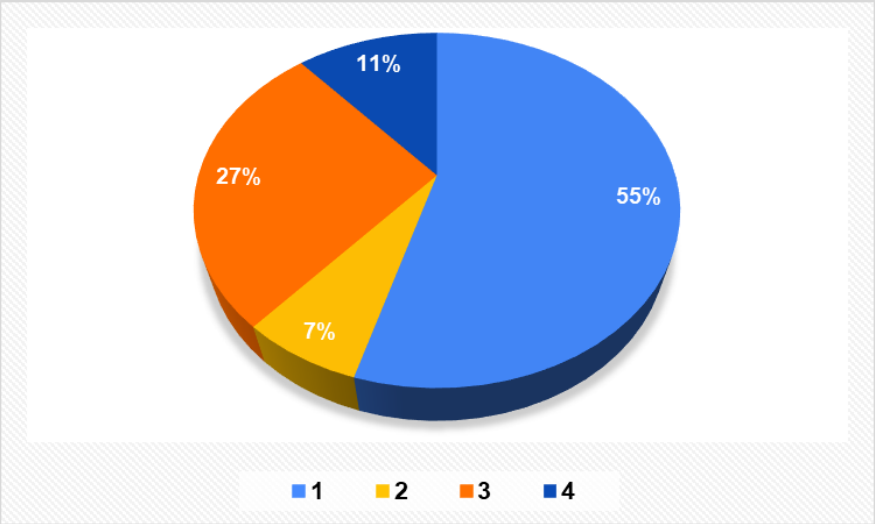


Figure 18:Répartition des patients en fonction du nombre des tentatives de sevrage

- Issue des autres tentatives : Le sevrage était non réussi dans 13 cas, soit 29.5 %. 7 cas ont été sevrés après plusieurs tentatives.

VIII. Extubation :

1. Critères d'extubation :

L'extubation a été réalisée chez 25 patients intubés ayant réussi l'épreuve de sevrage ventilatoire et rempli les autres prérequis d'extubation selon le protocole du service, à savoir un statut neurologique minimal, un bon réflexe de toux, un test de fuite positif et une faible abondance des sécrétions bronchiques. L'extubation a été jugée réussie chez 76% des patients :

i. Statut neurologique :

-le GCS des patients a varié entre 7 et 14 avant extubation, avec un GCS moyen de 10.7.

Tableau 9:Répartition des patients selon le GCS avant extubation

GCS	Nombre de cas
7	2
8	2
9	1
10	6
11	5
12	4
13-14	5

-La quasi-totalité des patients, soit 92 %, présentait un contact.

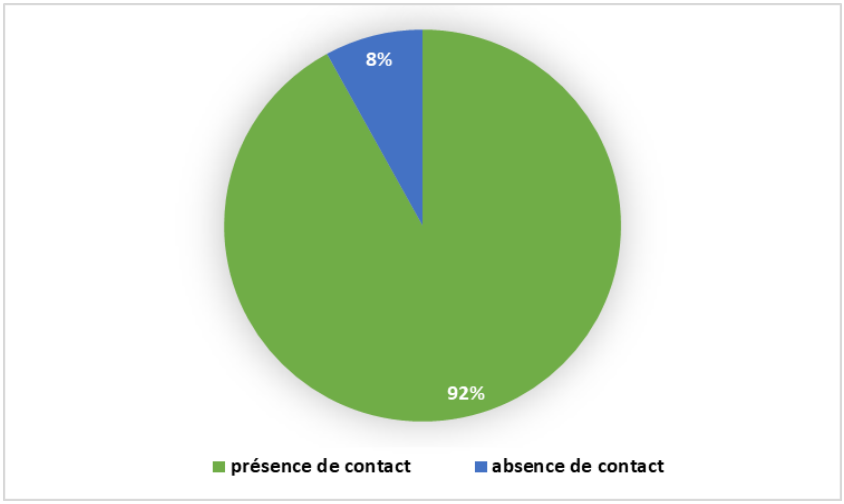


Figure 19:Répartition des patients selon la présence de contact

ii. Réflexe de toux :

Un bon réflexe de toux était présent chez 92 % des patients avant la tentative d'extubation.

iii. Sécrétions :

-Abondance : en pré-extubation, 4 patients présentaient des sécrétions de grande abondance, 7 de moyenne abondance, avec une prédominance des sécrétions de faible abondance présentes chez 14 patients, soit chez 56 %.

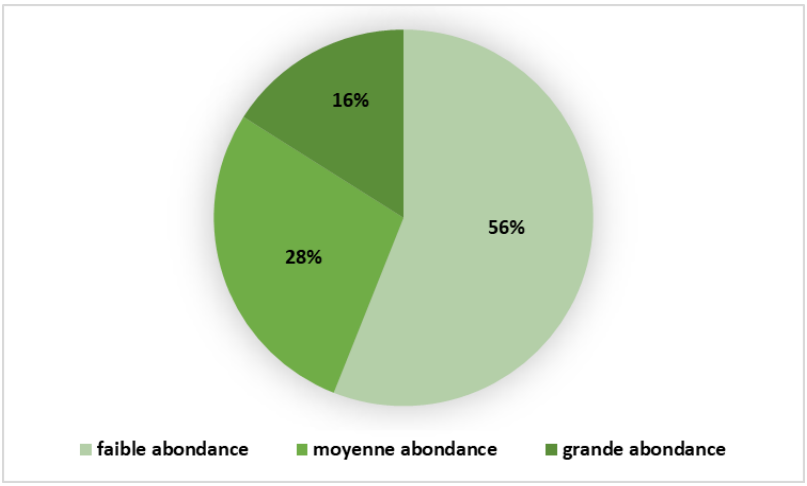


Figure 20:Répartition des patients selon l'abondance des sécrétions en pré-extubation

-Aspect : chez 12 patients les sécrétions étaient muqueuses. 4 patients avaient les sécrétions muco-purulentes, et 9 patients avaient les sécrétions purulentes.

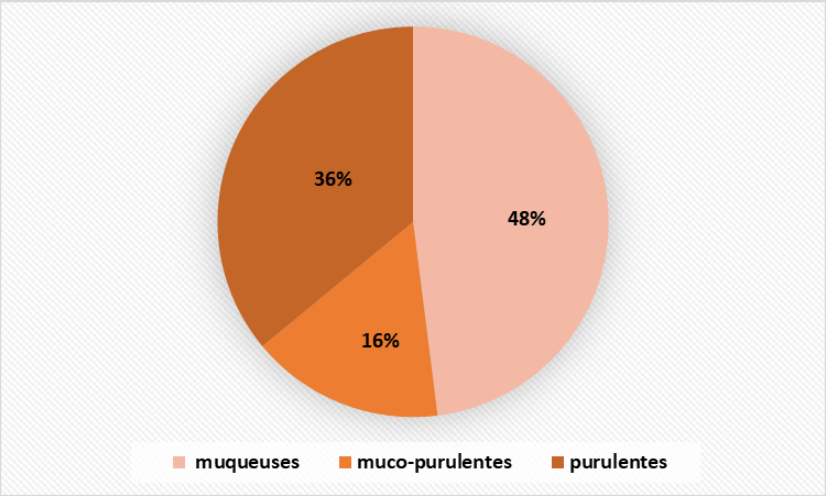


Figure 21: Répartition des patients selon l'aspect des sécrétions en pré-extubation

iv. Test de fuite :

Afin de détecter précocement les complications laryngo-trachéales en post extubation, un test de fuite a été réalisé chez les patients.

2. Oxygénothérapie humidifiée à haut débit (ONHD) :

Au cours des trois premiers mois de l'étude, les patients ont reçu une oxygénothérapie standard en raison de la non disponibilité de l'appareil d'oxygénothérapie humidifiée à haut débit (OHD). En revanche, au cours des mois suivants, tous les patients ont bénéficié d'une oxygénothérapie à haut débit humidifiée (ONHD) en post extubation.

3. Succès d'extubation :

L'extubation a été réussie chez 19 patients soit 76%.

Tableau 10:Répartition des patients en fonction de l'issue de l'extubation

Extubation	Nombre de cas	Pourcentage (%)
Réussite	19	76%
Echec	6	24%
Total	25	100%

4.Échec d'extubation :

i. Délai de la réintubation :

On a eu 6 cas d'échec d'extubation, soit chez 24% des patients extubés. Le délai de la réintubation a varié entre 24h et 96h après extubation.

Tableau 11:Répartition des patients ayant échoué à l'extubation selon le délai d'échec

Délai d'échec	Nombre de cas	Pourcentage (%)
24h	1	16.67
48h	3	50
72h	1	16.66
96h	1	16.67

ii. Causes d'échec :

Dans notre étude, les causes d'échec sont prédominées par les causes **respiratoires 83.34%.** Les causes **neurologiques** présentent **16.67%.**

Tableau 12:Les causes d'échec d'extubation dans notre étude

Causes d'échec	Nombre de cas
Cause neurologique	1
Dyspnée laryngée	1
encombrement avec faible réflexe de toux	2
épuisement respiratoire	2

iii. Conséquences de l'échec :

+ Durée de VM :

Dans notre étude, la durée moyenne de ventilation mécanique était de 18,5 jours chez les patients ayant présenté un échec d'extubation, contre 8,5 jours chez ceux extubés avec succès. A noter que 4 patients ont été trachéotomisés après l'échec d'extubation. 2 patients ont été réintubés, dont 1 a été extubé par la suite, et l'autre est décédé.

+PAVM :

Parmi les PAVM identifiées, 19,3 % sont survenues après un échec d'extubation. En effet, 5 patients, soit 83,34 % de ceux ayant connu un échec d'extubation, ont développé une PAVM tardive.

+Durée du séjour :

La durée de séjour en réanimation des patients ayant connu un échec d'extubation variait de 10 à 41 jours, avec une moyenne de 19,3 jours, contre 8,3 jours pour ceux extubés avec succès. A noter que 3 patients sont décédés durant leur séjour en réanimation.

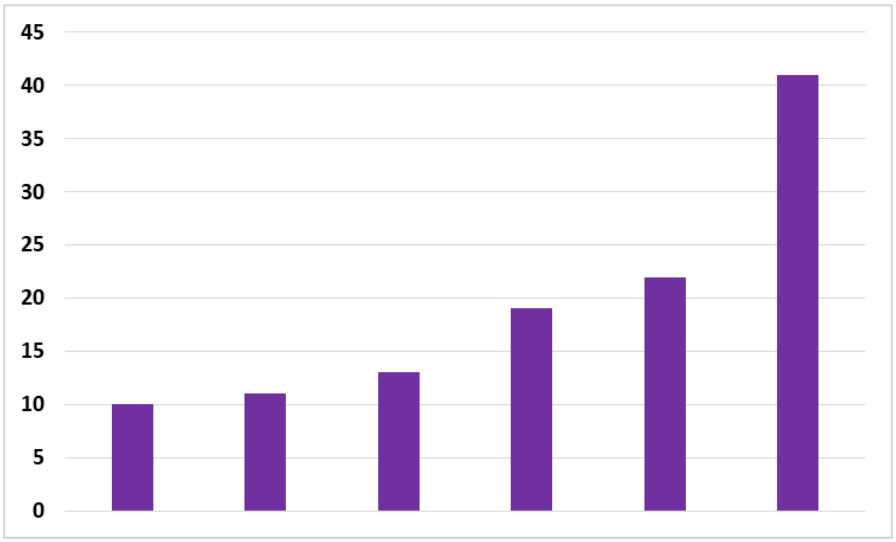


Figure 22:Répartition des patients ayant connu un échec d'extubation en fonction de la durée de séjour

IX. Trachéotomie

1. Délai ou timing :

-La trachéotomie a été réalisée dans 18 cas, soit chez 40.9% des patients.

-12 patients, soit 66.67%, avaient bénéficié d'une trachéotomie précoce, c'est-à-dire aux dix premiers jours de leur hospitalisation.

-6 patients, soit 33.33%, avaient bénéficié d'une trachéotomie tardive, c'est-à-dire après dix jours de leur hospitalisation.

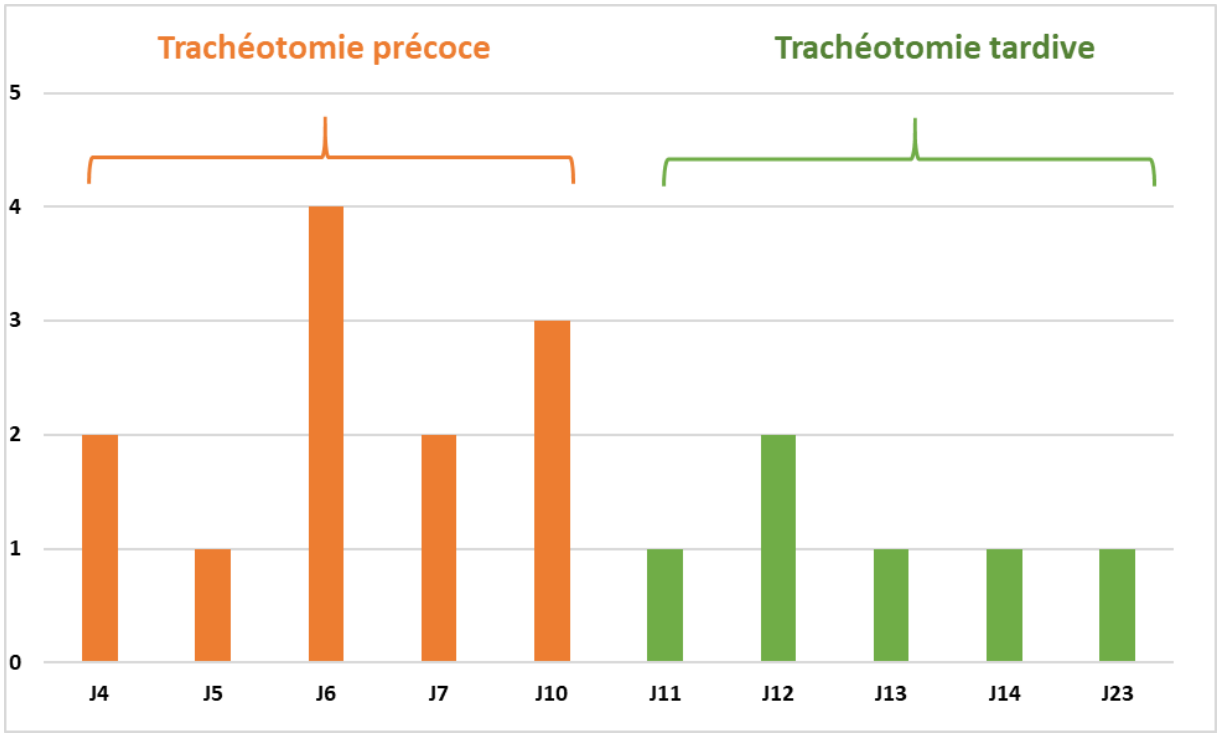


Figure 23:Répartition des patients selon le timing de la trachéotomie

2. Décanulation ou trachéotomie prolongée :

i. Décanulation pendant le séjour en réanimation

La décanulation a été réalisée chez les patients préalablement sevrés de la ventilation mécanique, présentant un bon réflexe de toux permettant une expectoration efficace, ainsi qu'un bon réflexe de déglutition.

9 patients, soit 50% des patients trachéotomisés, ont été décanulés dès la première tentative en réanimation.

1 patient a eu un échec de tentative de décanulation, puis il est décédé.

8 patients, soit 44.45% des patients trachéotomisés, sont décédés avant toute tentative de décanulation.

Tableau 13:Délai de décanulation des patients par rapport à la trachéotomie

Patients décanulés	Délai de décanulation après trachéotomie
Patient 1	J2
Patient 2	J5
Patient 3	J7
Patient 4	J8
Patient 5	J9
Patient 6	J10
Patient 7	J11
Patient 8	J13
Patient 9	J42

ii. Trachéotomie prolongée

Un seul patient est sorti avec sa canule de trachéotomie type PVC, puis il a été décanulé en ORL 4 mois après sa sortie. Sinon, aucun patient n'a eu une trachéotomie prolongée.

X. Issue des tentatives de sevrage :

Le Sevrage a été réussi chez 29 patients (y compris les patients trachéotomisés), soit chez 66%.

Une classification de l'issue du sevrage de la VM a été réalisée :

-le groupe **« sevrage simple »**, pour lequel un succès de l'extubation est obtenu à la suite de la première épreuve de VS.

-le groupe **« sevrage difficile »**, qui regroupe les patients pour lesquels l'extubation est un succès après deux à trois épreuves de VS.

-le groupe **« sevrage prolongé »**, dont les patients ont échoué à au moins trois épreuves de VS.

Tableau 14:Répartition des patients en fonction de l'issue des tentatives de sevrage

Issue des tentatives	Nombre de cas	Pourcentage (%)
Sevrage facile	22	50%
Sevrage difficile	17	38.6%
Sevrage prolongé	5	11.36%

+Date de sevrage

La répartition des patients en fonction du jour de réussite de sevrage par rapport au jour d'hospitalisation et au jour d'intubation et de ventilation assistée est représentée par la figure ci-dessous :

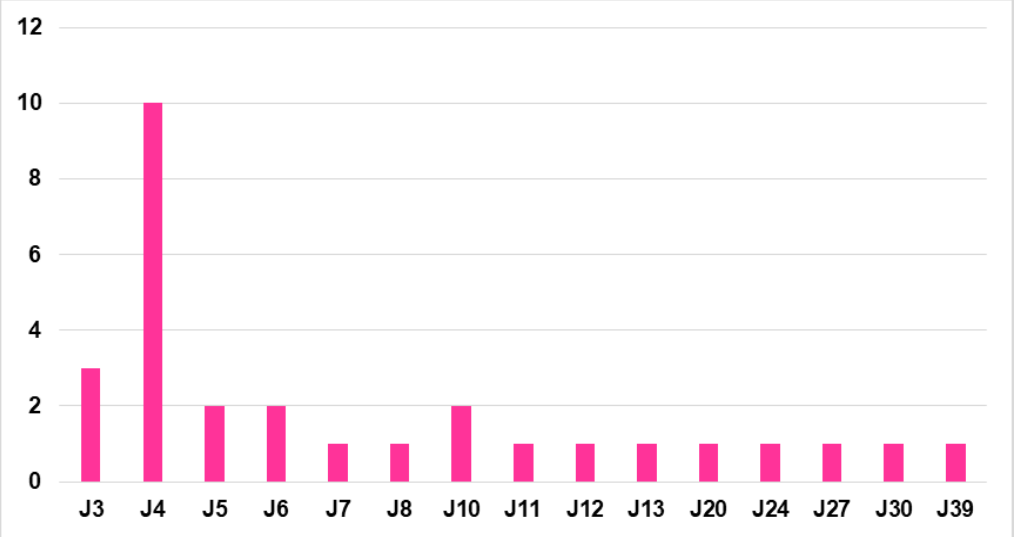


Figure 24:Répartition des patients en fonction du jour de réussite de sevrage par rapport au jour d'intubation

XI. Evolution :

L'évolution des patients était favorable dans 66 % des cas : 5 patients soit 11.36% des cas ont été déclarés sortant à domicile et 24 patients soit 54,54% des cas ont été transférés au service de neurochirurgie. L'évolution était fatale chez 15 patients soit 34.09 %.

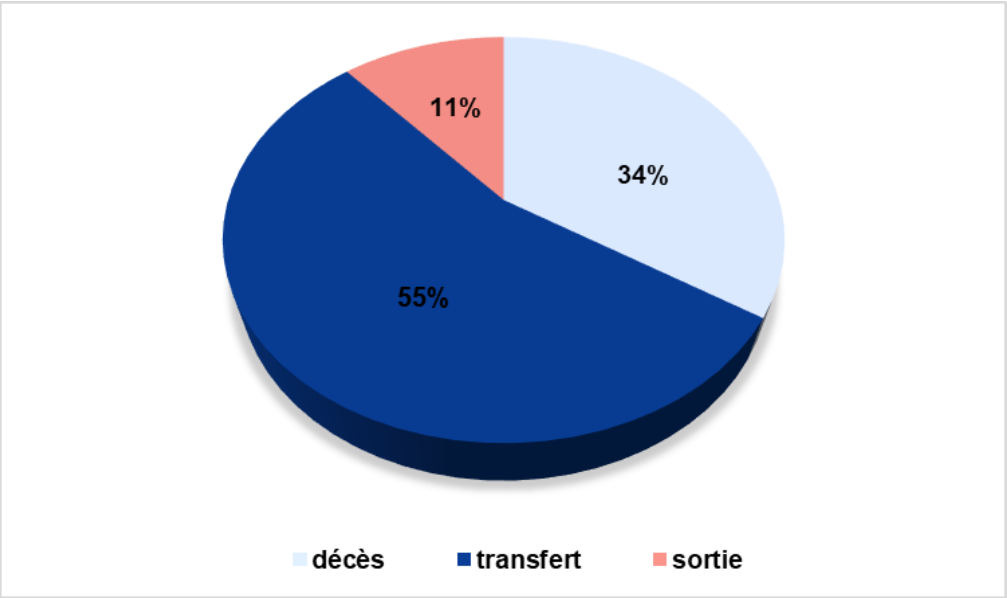


Figure 25:Répartition des patients selon l'évolution

Les 15 patients sont décédés après échec de plusieurs tentatives de sevrage, et donc avant le sevrage définitif.

La cause du décès de tous les patients était le choc septique.

Le délai entre le décès et le début de sevrage varie entre 3 et 42 jours, avec une moyenne de 14.4 jours.

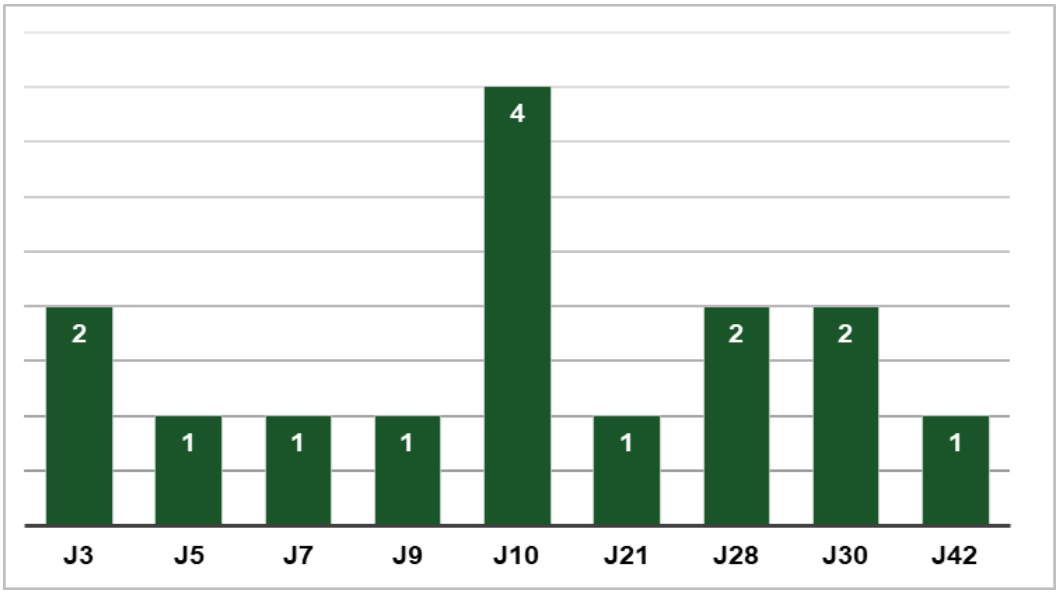


Figure 26:Répartition des patients décédés selon le délai entre le décès et le début de sevrage

DISCUSSION

I. Traumatisé crânien : particularités respiratoires

1. Interactions cerveau-poumon :

Le cerveau et les poumons interagissent étroitement par des voies complexes qui vont non seulement du cerveau vers les poumons, mais aussi des poumons vers le cerveau. Cette **relation bidirectionnelle** peut avoir des conséquences graves chez les patients souffrant de traumatisme crânien, déclenchant ainsi **un cercle vicieux qui aggrave le pronostic. (1)**

i. Du cerveau au poumon :

La physiopathologie des lésions pulmonaires consécutives à une agression cérébrale aiguë demeure controversée, avec plusieurs théories proposées. Parmi les plus notables figurent la **théorie blastique** et le **modèle du « double hit»** qui semblent être complémentaires. **(2)**

+Théorie blastique : suggère qu'après une augmentation soudaine de la PIC, une tempête sympathique induit une libération massive de catécholamines. Il en résulte une augmentation transitoire de la pression intravasculaire, une rupture de la membrane alvéolo-capillaire et le développement consécutif d'un **œdème pulmonaire neurogène (OPN)**. **(1,3,6)**

+Modèle du « double hit» : Chez les patients cérébrolésés, **une réponse inflammatoire cérébrale** se met en place rapidement, avec la production locale de cytokines pro-inflammatoires par le tissu cérébral endommagé. **L'altération de la barrière hémato-encéphalique** permet à ces médiateurs de pénétrer la circulation systémique via un gradient transcrânien. Cette diffusion systémique des médiateurs inflammatoires crée un **environnement inflammatoire** : **« the first hit »**, qui rend les organes extra-crâniens plus

vulnérables à un événement ultérieur : **« the second hit»**, tel que la ventilation mécanique, une intervention chirurgicale ou un sepsis **(2,4)**. Par conséquent, les principaux troubles pulmonaires qui surviennent après des lésions cérébrales sont : **l'OPN, PAVM, et SDRA.**

ii. Du poumon au cerveau :

Il existe une communication croisée entre le système nerveux central et les poumons par l'intermédiaire de plusieurs voies étroitement liées : neuroanatomique, endocrinienne et immunitaire **(5).** Les principaux troubles cérébraux après des lésions pulmonaires sont l'**hypoxie cérébrale** et l'**hypertension intracrânienne**.

Les lésions pulmonaires entraîneraient une réponse inflammatoire initialement localisée au niveau du parenchyme pulmonaire, mais pouvant s'étendre dans la circulation systémique et les autres organes dont le cerveau. Aussi, l'élévation de la PaCO2 entraîne la vasodilatation des artères cérébrales et une augmentation conséquente du volume sanguin cérébral, ce qui peut entraîner une augmentation de la PIC si la compliance intracrânienne est réduite.

De plus, lors de la VM, l'utilisation d'un **volume courant important** pourrait augmenter la **réponse inflammatoire** et **altérer l'oxygénation cérébrale**. Ainsi, les réglages du respirateur peuvent affecter directement le cerveau, principalement par des médiateurs inflammatoires. Aussi, la PaO2 et la PaCO2 peuvent également changer avec la VM et la pression expiratoire positive (PEEP), ce qui augmente la PIC en augmentant la pression pleurale et en diminuant le retour veineux. **(1,2)**

2. Interdépendance état neurologique /carrefour aéro-digestif :

L'état neurologique joue un rôle déterminant dans la gestion du carrefour aéro-digestif, en raison de son impact direct sur la déglutition et la protection des voies respiratoires. Cette interaction repose sur des mécanismes physiologiques complexes impliquant des circuits neuronaux spécialisés.

i. Coordination Entre la Respiration et la Déglutition : Une Interaction Étroitement Régulée :

La déglutition est un processus hautement coordonné qui nécessite une interruption temporaire de la respiration pour assurer la protection des voies respiratoires inférieures. Ce phénomène est rendu possible par **l'intégration des commandes neuronales au niveau du tronc cérébral**, où des réseaux complexes synchronisent la respiration et la déglutition.

Les principaux mécanismes physiologiques impliqués sont :

-**Protection des voies aériennes** : Lors de la déglutition, une élévation du larynx et une occlusion des cordes vocales se produisent afin d'empêcher l'aspiration de contenus oropharyngés dans la trachée.

-Contrôle centralisé : Ces mouvements sont sous le contrôle de noyaux situés dans le tronc cérébral, notamment le noyau ambigu et le noyau du tractus solitaire, qui orchestrent les fonctions motrices et sensitives impliquées.

Ainsi, une lésion cérébrale peut perturber ces mécanismes en altérant :

-Les réflexes protecteurs : Réduction ou absence des réflexes tels que la toux ou la fermeture laryngée.

-La coordination motrice : faiblesse ou incohérence des mouvements musculaires impliqués dans la déglutition.

Ces altérations augmentent significativement le risque d'aspiration trachéale, prédisposant les patients à des complications telles que les pneumopathies d'inhalation.

ii. Réseaux Neuronaux et Contrôle musculaire :

La déglutition et la respiration partagent des voies neuronales et musculaires communes, régulées par des circuits intégrateurs situés principalement dans le tronc cérébral.

-Organisation neuroanatomique : Les noyaux moteurs et sensoriels du tronc cérébral contrôlent les muscles pharyngés, laryngés et respiratoires nécessaires à la déglutition.

-Interaction fonctionnelle : Ces circuits assurent un équilibre entre les phases inspiratoires et expiratoires pour éviter toute interférence pendant la déglutition.

Une approche intégrée prenant en compte cette relation est essentielle pour optimiser la prise en charge des patients cérébrolésés.

II. Ventilation mécanique

1. VM chez le cérébrolésé :

Le recours à la ventilation mécanique est une **thérapeutique quasi-systématique** lors de la prise en charge (PEC) des patients cérébrolésés graves. Elle permet de **sécuriser les voies aériennes** du patient dont l'état de conscience altérée risque d'entraîner une inhalation du contenu gastrique et des pneumopathies potentiellement responsables de **PAVM**, de **choc septique voire de syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA)**, et de **prolonger la durée de ventilation**. Ainsi, **toute atteinte respiratoire dans cette population particulière, est grevée d'une morbi-mortalité importante (7).**

Cette interaction cerveau-poumon indique que l'amélioration des fonctions pulmonaires peut avoir un impact sur l'issue neurologique, et une stratégie de ventilation précise peut probablement réduire les invalidités à long terme.

Dans la population générale des patients gravement malades, l'accélération du sevrage de la ventilation mécanique et la mise en œuvre d'interventions spécifiques pour prévenir les lésions pulmonaires sont fondamentales**(8).** Cependant, les paramètres de ventilation mécanique (volume courant, pression expiratoire positive) optimaux ne sont pas encore clairs chez les cérébrolésés. **La dernière mise à jour des recommandations internationales sur les patients atteints de lésions cérébrales traumatiques ne traite pas spécifiquement la ventilation mécanique, et un contrôle strict de la PaCO2 pour éviter l'hypercapnie est le seul facteur mentionné (9).**

+Quelle place pour la ventilation mécanique protectrice (VMP) chez le TCG ?

L'utilisation d'un **volume courant (Vt) plus faible et une pression expiratoire positive (PEP) modérée à élevée sont les pierres angulaires d'une stratégie de ventilation protectrice des poumons,** qui est **systématiquement associée à de meilleurs résultats chez les patients atteints du syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) et aussi chez les patients aux poumons sains recevant une ventilation mécanique.**

Cependant, les preuves sont limitées concernant ses effets chez les patients cérébrolésés, chez lesquels les bénéfices attendus de la ventilation protectrice doivent être mis en balance avec les préoccupations concernant les effets indésirables sur la pression intracrânienne (PIC) et à l'hémodynamique cérébrale (9,10).

Chez les **patients cérébrolésés sans SDRA**, l'application de **la VMP réduit l'inflammation pulmonaire**, ce qui entraîne un **taux plus faible de développement de lésions pulmonaires (11)**. Une méta-analyse incluant 20 essais comparant la VMP à **la VM conventionnelle** chez des patients sans SDRA, montre que cette dernière, par opposition à la première, **augmente** significativement le risque de développer une lésion pulmonaire, **l'incidence d'infection pulmonaire et d'atélectasie, et le taux de mortalité (12)**.

Une méta-analyse récente (**9)** a porté sur huit études totalisant 5 639 patients présentant une lésion cérébrale aiguë (traumatisme ou accident vasculaire cérébral hémorragique) avec ventilation mécanique invasive

pendant ≥ 24 h). Dans cette revue systématique, on a étudié les effets d'un faible volume courant Vt < 8 ml/kg de poids corporel par rapport à Vt ≥ 8 ml/kg de poids corporel, d'une pression expiratoire positive (PEP) < ou > = 5 cmH2O et d'une ventilation protectrice (association des deux) sur la mortalité hospitalière. Il a été constaté qu'un faible Vt, des niveaux de PEEP modérés à élevés et une stratégie de ventilation protectrice (faible Vt et niveaux de PEEP modérés à élevés) ne sont pas associés à une mortalité hospitalière réduite ou à un risque plus faible de SDRA. Aussi, une stratégie de ventilation protectrice était associée à un rapport PaO2/FIO2 plus élevé au cours des 5 premiers jours d'hospitalisation.

Dans une étude prospective (13) menée dans une unité de neuro-réanimation en Brésil, Vingt patients ayant subi un traumatisme crânien et présentant un syndrome de détresse respiratoire aiguë ont été soumis à des niveaux de PEEP de 5, 10 et 15 cm H2O progressivement afin de vérifier si des niveaux élevés de PEEP peuvent augmenter la pression du tissu cérébral en oxygène (PtiO2), ainsi que leurs effets sur la saturation en oxygène du pouls, PIC et la pression de perfusion cérébrale. L'étude a conclu que des niveaux élevés de PEEP ont augmenté la PtiO2 et la saturation en oxygène, sans augmentation de la pression intracrânienne ni diminution de la pression de perfusion cérébrale. Des niveaux élevés de pression expiratoire positive peuvent être utilisés chez les patients atteints de lésions cérébrales traumatiques graves et présentant un syndrome de détresse respiratoire aiguë comme une alternative sûre pour améliorer la fonction cérébrale.

En bref, une stratégie de ventilation protectrice, combinant un faible volume courant (Vt) et une PEP modérée à élevée, n'améliore pas les résultats cliniques, mais elle n'est pas délétère et contribue à améliorer l'oxygénation chez les patients cérébrolésés sous VM.

Dans notre étude, la ventilation mécanique protectrice a été adopté pour tous les patients, avec un Vt < 8 ml/kg de poids idéal associé à une pression expiratoire positive (PEP) >5.

2. Complications de la VM :

i. Pneumopathies acquises sous ventilation mécanique (PAVM) :

La PAVM est une infection du parenchyme pulmonaire survenant chez un patient exposé **au moins 48 heures à une ventilation mécanique**. Il est courant de distinguer les PAVM **précoces**, survenant entre le deuxième et le quatrième jour de ventilation invasive, dont les germes principaux sont ceux de l'oropharynx, des **PAVM tardives**, apparaissant à partir du cinquième jour de VM, le plus souvent en rapport avec les germes hospitaliers.

Le micro-organisme le plus classiquement retrouvé lors des PAVM précoces reste le Staphylococcus aureus sensible à la méticilline (SASM), suivi ensuite par Haemophilus influenzae. Les germes hospitaliers les plus isolés sont le Staphylococcus aureus résistant à la méticilline (SARM), et le Pseudomonas aeruginosa.

Dans notre étude, les germes identifiés sont dominés essentiellement par les BGN.

Le risque de PAVM chez le patient cérébrolésé est près de 12 fois supérieur à celui du patient indemne de lésion cérébrale. Selon les études, **l'incidence des PAVM chez le traumatisé crânien varie de 20% à 60%.**

Bien que sans effet sur la mortalité, l'impact des PAVM sur la morbidité n'est pas négligeable. En effet, **la principale conséquence des pneumonies chez le neurolésé est l'allongement de la durée de ventilation mécanique et de la durée de séjour en réanimation. (14)**

Dans une cohorte de 1285 patients cérébrolésés **(15)**, la prévalence et le taux de PAVM sont élevés en particulier chez les TC avec une prévalence de 49,5 %. Aussi, la PAVM n'était pas associée à une augmentation de la mortalité en USI, mais à un séjour en USI plus long et à une durée de ventilation mécanique plus longue.

Dans le cadre d'une vaste étude observationnelle prospective multicentrique incluant 962 patients TC, Les patients atteints de PAVM ont bénéficié d'une durée de ventilation mécanique plus longue (15 jours contre 8 jours) et d'une durée de séjour en USI plus longue (20 jours contre 13 jours). Cependant, la PAVM n'était pas associée à une mortalité accrue ou à une aggravation de l'issue neurologique. La mortalité globale à 6 mois était de 22 %. **(16)**

Dans notre série, une pneumonie acquise sous ventilation mécanique (PAVM) est survenue chez 31 patients, soit 70,45 %, dont 61,3 % ont été classées comme précoces et 38,7 % comme tardives. Plusieurs **facteurs** expliquent cette incidence élevée :

+Tout d'abord, l'altération du niveau de conscience favorise :

-La **disparition de la protection des voies aériennes supérieures** et donc le **risque d'inhalation macroscopique du contenu gastrique lors de l'intubation orotrachéale**.

-**Les micro-inhalations de sécrétions** à travers le ballonnet non parfaitement étanche de la sonde d'intubation orotrachéale.

+Ensuite, une **immunodépression transitoire** se développe à la phase initiale suivant l'agression cérébrale aiguë et **favorise la survenue d'infection nosocomiale** qui à son tour favorise **la survenue d'agressions cérébrales secondaires d'origine systémique (ACSOS)**.

+Dans une moindre mesure, on retrouve aussi **la transmission manuportée**, la présence d'un traumatisme thoracique associé, l'utilisation d'une hypothermie thérapeutique, le portage nasal de Staphylococcus aureus à l'admission, une hémiplégie séquellaire, ainsi que **l'utilisation de barbituriques**.

Bien que la mortalité directe liée aux PAVM soit généralement faible, leur présence est associée à une morbidité accrue, rendant leur **prévention** et leur gestion essentielles dans le cadre des soins intensifs pour cette population vulnérable.

ii. Neuromyopathie de Réanimation (NMR) :

La neuromyopathie acquise en réanimation (NMR) est la pathologie neurologique acquise la plus fréquemment observée en réanimation (17). Elle touche le système nerveux périphérique et les muscles à plusieurs étages. Le **muscle diaphragmatique** est concerné au même titre que les muscles des membres.

L'enjeu est donc double : locomoteur et respiratoire. Sa physiopathologie est complexe. Sa finalité est probablement de redistribuer les nutriments et le métabolisme vers la défense anti-infectieuse. **Ses principaux facteurs de risque sont le sepsis, la défaillance multiviscérale, une durée prolongée de ventilation mécanique et l'immobilisation prolongée.**

Chez le patient conscient, le diagnostic est clinique et confirmé par le score Medical Research Council (MRC) (Annexe 2) qui doit être inférieur à 48 ; alors que l'ENMG est le seul moyen diagnostique pour confirmer une NMR chez un patient cérébrolésé, insuffisamment éveillé et coopérant pour bénéficier d'une évaluation fiable de sa force musculaire (18).

Les implications de cette atteinte sont de deux ordres :

+Difficultés de sevrage et prolongation de la ventilation mécanique :

L'intégrité du système neuromusculaire respiratoire joue un rôle clé dans le sevrage ventilatoire. D'ailleurs**, le diagnostic de NMR est généralement établi devant des difficultés de sevrage ventilatoire.**

Dans deux études prospectives, la recherche d'une NMR a été effectuée au début du sevrage de la VM après plus de 7 jours de VM **(19,20).** La NMR était dépistée cliniquement (score MRC<48) **(19)** ou électrophysiologiquement **(20)**. La durée du sevrage ventilatoire était multipliée par 3 (19) et par 7 (20) chez les patients chez lesquels une NMR était identifiée au réveil. La présence d'une NMR au réveil était un facteur indépendant d'allongement de la durée de VM après le réveil dans les 2 études. **Les échecs de sevrage, définis par la**

nécessité d'une réintubation ou de recourir à une trachéotomie, étaient significativement plus fréquents chez les patients avec NMR (79 % vs 20 %).

Il est actuellement difficile d'affirmer qu'un patient chez qui est diagnostiquée une NMR au réveil doit bénéficier d'une stratégie de sevrage ventilatoire différente de celle des autres patients. Même si le cas des patients avec NMR n'est pas spécifiquement envisagé dans les dernières conférences de consensus sur le sevrage, **il paraît néanmoins logique de chercher à les assimiler à ceux atteints d'une maladie neuromusculaire préexistante à l'arrivée en réanimation**, chez lesquels les conditions de réalisation de l'épreuve de ventilation spontanée (VS) sur tube (ou de VS-AI) diffèrent de celles appliquées à la population générale de réanimation.

L'épreuve de VS sur tube en T doit vraisemblablement être poursuivie sur plusieurs heures, et comporter la réalisation d'un gaz du sang artériel en fin d'épreuve afin de dépister une hypercapnie, qui devrait alors faire différer l'extubation. La surveillance doit être particulièrement rapprochée dans les jours qui suivent l'extubation, compte tenu du risque de dégradation respiratoire différée pouvant nécessiter une réintubation.

+Surmortalité résiduelle à la sortie de la réanimation et de l'hôpital :

Outre le fait que la NMR prolonge indiscutablement le sevrage ventilatoire**, l'existence d'une NMR au réveil est associée à une surmortalité résiduelle tant à la sortie de la réanimation que de l'hôpital.**

En analyse multivariée, l'odds ratio de mortalité des patients de réanimation présentant un score MRC < 48 au réveil, par comparaison à ceux avec un score ≥ 48, varie de 2 (21) à 7 (22).

Dans une cohorte globale de 4157 patients (23), le taux de mortalité était significativement plus élevé dans le groupe avec NMR (31% vs 23%). Après exclusion des patients décédés sans NMR avant sevrage, la mortalité en USI est restée significativement plus élevée chez les patients avec NM (31% vs 11%).

Cette surmortalité reste cependant pour l'instant encore assez mal expliquée. La prolongation de la VM et du séjour en réanimation et à l'hôpital provoquée par la NMR pourrait contribuer à accroître la mortalité en augmentant la fréquence des infections nosocomiales, notamment pulmonaires, et le risque thromboembolique. Il est aussi envisageable que l'atteinte neuromusculaire au réveil constitue la séquelle neurologique d'une agression initiale particulièrement grave, et soit donc un reflet indirect et tardif de la sévérité initiale de la pathologie ayant conduit le patient en réanimation.

iii. Lésion pulmonaire induite par la ventilation mécanique (VILI) :

La ventilation mécanique constitue une intervention essentielle dans la prise en charge des patients en réanimation. Cependant, elle peut conduire à une lésion pulmonaire induite par le ventilateur (VILI), qui peut provoquer ou aggraver une lésion pulmonaire préexistante **(24)**.

Actuellement, **quatre mécanismes principaux** sont considérés comme responsables de la pathogenèse de la VILI :

La surdistension alvéolaire : **volutraumatisme**, la surpression transalvéolaire : **barotraumatisme**, les forces de cisaillement élevées dues à l'ouverture et à l'affaissement cycliques des alvéoles atélectasiques mais recrutables : **atélectotraumatisme**, et l'inflammation : **biotraumatisme**. Ces mécanismes augmentent la perméabilité alvéolaire, l'œdème, l'hémorragie et finalement l'affaissement alvéolaire, **altérant davantage les échanges gazeux.**

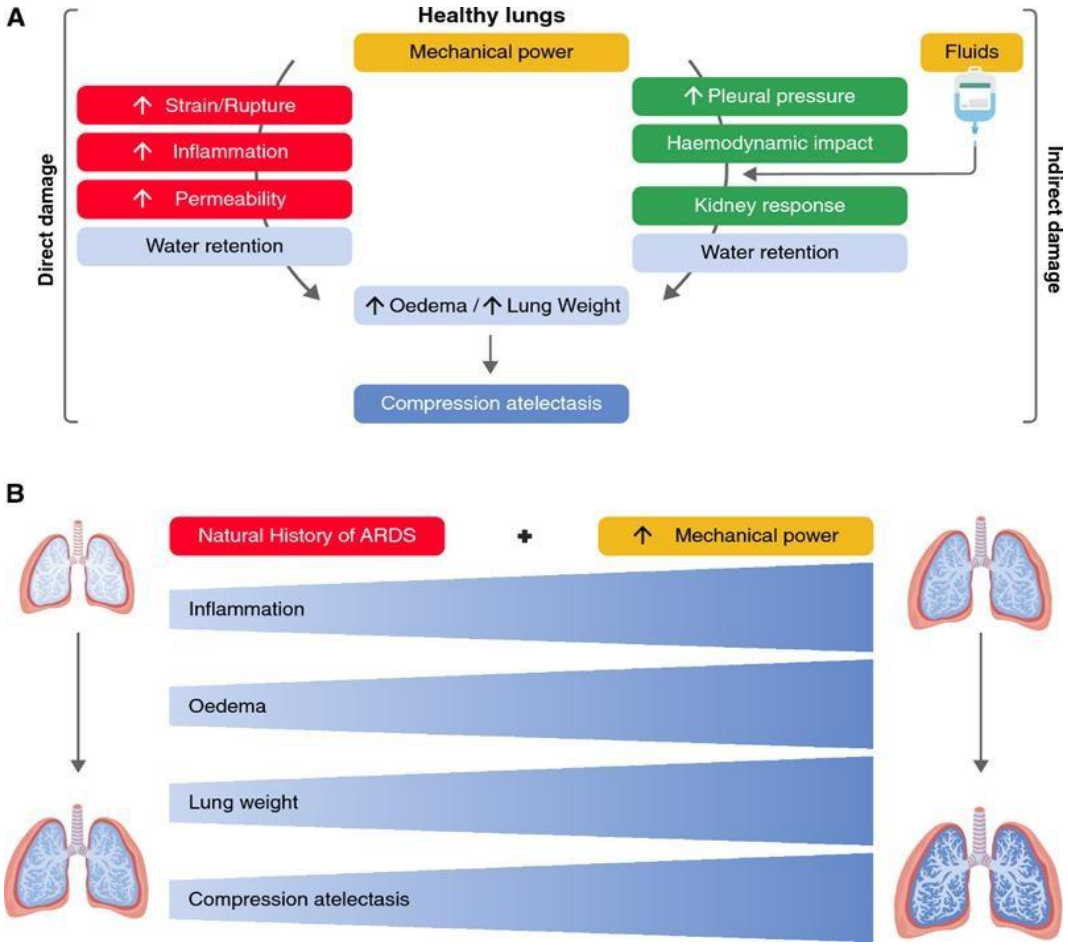


Figure 27:Mécanismes potentiels associés aux lésions pulmonairesPanneau A (poumon sain), Panneau B (poumon pathologique)

Les données concernant l'incidence des VILI ne sont pas disponibles à ce stade. **Cependant, on s'attend à ce que ces lésions soient plus fréquentes chez les patients atteints de SDRA.** Lorsque les poumons sont

pathologiquement lésés, la ventilation mécanique (surtout en l'absence de stratégies de protection pulmonaire) va encore endommager les poumons lésés par les mécanismes mentionnés précédemment. Une étude portant sur 332 patients ventilés mécaniquement sans lésion pulmonaire aiguë au début de la ventilation mécanique a observé des lésions pulmonaires induites par la ventilation chez 24 % des patients au cours des cinq premiers jours (26).

Il n'existe pas de symptômes cliniques, de signes, de modifications des variables physiologiques ou d'examens au lit du patient spécifiques à la détection de VILI. Les manifestations microscopiques de VILI ne peuvent pas être détectées cliniquement **(27)**.

Il existe un risque d'augmentation de la morbidité et de la mortalité chez les patients présentant une VILI. La défaillance multiviscérale secondaire au biotraumatisme pourrait être un facteur majeur de mortalité, bien qu'il soit également prouvé que des volumes courants plus élevés augmentent en soi la mortalité. **Il existe un risque théorique d'incapacité respiratoire à long terme, d'infections pulmonaires récurrentes et de cœur pulmonaire chez les survivants présentant des lésions pulmonaires étendues (28)**. Ce qui souligne l'importance de **sa prévention (29)**.

Pour minimiser les VILI, les **stratégies de ventilation protectrice des poumons** visent à réduire le stress et la tension mécaniques appliqués aux poumons pendant la ventilation mécanique. Un essai randomisé du réseau ARDS a démontré l'importance de limiter le Vt et la pression de plateau pour atténuer les VILI. Une diminution de la mortalité (39,8% contre 31,0 %) et un

plus grand nombre de jours sans ventilation (12 ± 11 jours contre 10 ± 11 jours) a été remarquée **(30).**

III. Gestion de la sédation chez le TCG :

Dans la prise en charge des patients traumatisés crâniens, les **objectifs de la sédation** chez cette population sont déterminés par **deux impératifs essentiels** :

-Le **premier** est d'ordre **général**, commun à tous les patients de réanimation. Il consiste à créer les conditions optimales pour **lutter contre la douleur et l'inconfort lié à la ventilation mécanique**, **améliorer l'oxygénation tissulaire** en diminuant la consommation tissulaire en oxygène, et éventuellement **prévenir et traiter les désordres neuropsychiques.**

-Le **second** est **plus spécifique**, puisque la **sédation interfère avec l'atteinte primaire de l'effecteur (cerveau)** dont la résultante est l'ischémie cérébrale, **et le contrôle ventilatoire**. Il s'agit dans ce cas d'**assurer une protection cérébrale**, véritable « bouclier » visant à **limiter l'extension des lésions primaires ou l'apparition des lésions secondaires. Aussi, la sédation joue un rôle primordial dans la gestion de l'HTIC, elle agit sur la pression intracrânienne (PIC) en diminuant le métabolisme cérébral et par conséquent le débit sanguin cérébral et le volume sanguin cérébral (VSC).**

Ainsi, les **objectifs spécifiques** au patient cérébrolésé consistent à :

-Soit permettre **une évaluation neurologique** précise le plus tôt possible **après l'agression cérébrale initiale.** Cet objectif nécessite une **fenêtre de sédation.**

-Soit **lutter contre des facteurs aggravants la perfusion cérébrale** déjà compromise par la lésion primaire **(hypertension intracrânienne, convulsions). Cet objectif nécessite une sédation et une analgésie profonde.**

1. Contrôle de la pression intracrânienne (PIC) :

Les sédatifs et les analgésiques réduisent la pression intracrânienne (PIC) en **diminuant le métabolisme cérébral et le volume sanguin cérébral**, en **limitant la douleur et l'agitation** qui augmentent la PIC, et en **améliorant la tolérance à l'intubation**, réduisant ainsi les pressions intra-thoraciques et la congestion veineuse.

Pour une **sédation profonde prolongée**, l'**association midazolam + propofol** est particulièrement avantageuse, car leurs effets hypnotiques se potentialisent, permettant ainsi de réduire les doses de chaque agent.

En effet, des **doses élevées de propofol (>5 mg.kg^{-1}.h^{-1} sur + de 48 h)** augmentent le risque de **Propofol-Related Infusion Syndrome (PRIS)**, en particulier chez les TC recevant des amines vasoactives. Aussi, un **usage excessif de midazolam** expose au **syndrome de sevrage** aux benzodiazépines.

Pour les **morphiniques**, l'emploi de **produits de longue durée d'action (sufentanil, fentanyl) est justifié ici.**

2. Fenêtre de sédation :

L'interruption temporaire de la neuro-sédation, spécifique aux patients cérébrolésés, permet d'**évaluer précocement le degré de souffrance cérébrale initiale**. Cette évaluation, **réalisée en l'absence d'HTIC ou de déplacement majeur des structures cérébrales**, oriente les décisions diagnostiques et thérapeutiques, notamment sur la **poursuite de la neurosédation**, le **maintien du support hémodynamique et ventilatoire**, ou la **nécessité d'examens paracliniques complémentaires.**

La fenêtre de sédation est effectuée avec des **agents pharmacologiques de durée d'action la plus courte possible,** en l'absence de toute administration de curare. Parmi ces agents, le **rémifentanil** a une place de choix ici, et peut être utilisé comme seul agent de neurosédation.

Dans un essai randomisé chez des patients cérébrolésés sans HTIC, nécessitant une sédation de moins de 5 jours, la sédation basée sur l'analgésie (rémifentanil avec adjonction à la demande de propofol et de midazolam) a permis une évaluation neurologique quotidienne plus rapide qu'une sédation/analgésie selon un schéma classique (fentanyl ou morphine, associé de façon systématique au propofol ou au midazolam) **(31)**.

Dans notre étude : après la stabilisation hémodynamique et respiratoire des patients, ainsi que la stabilisation neurologique, évaluée par un contrôle de la pression intracrânienne (PIC), le sevrage de la sédation est initié par une réduction progressive des doses des agents sédatifs administrés puis la réalisation d'une fenêtre de sédation.

3. Contrôle des crises :

Les crises épileptiques sont fréquentes après un TCG, avec une incidence de **12 % pour les crises cliniques** et de **20 à 25 % pour les crises subcliniques** détectées à l'EEG **(32)**.

Associée aux médicaments antiépileptiques(33), la sédation réduit la survenue de crises d'épilepsie en USI. Une perfusion standard ou à dose élevée de propofol (bolus d'induction de 2 mg/kg suivi d'une perfusion de 150 à 200 µg/kg/min) peut être utilisée de manière fiable comme anticonvulsivant et pour le contrôle de l'état de mal épileptique. Aussi, les benzodiazépines et le propofol réduisent le risque de crises secondaires (34).

4. Sevrage de la sédation :

Le sevrage de la sédation correspond au moment où l'état du patient autorise la **décroissance puis l'arrêt de l'administration continue d'agents hypnotiques et morphiniques** pour lui permettre de **retrouver une autonomie respiratoire (sevrage ventilatoire)**, éventuellement conclue par l'extubation trachéale.

Historiquement, le premier protocole de sédation développé a été l'interruption quotidienne de la sédation, qui réduit la durée de la VM et améliore la survie, d'autant plus qu'elle est associée à un protocole de sevrage ventilatoire.

Chez les patients cérébrolésés, l'interruption quotidienne de la sédation fait l'objet d'un débat. Les critiques portent sur les variations incontrôlées de

la pression artérielle, associées aux variations de la pression intracrânienne, ainsi que sur les réponses systémiques au stress, qui peuvent entraîner une aggravation neurologique (35). Or, **une augmentation de la pression intracrânienne ne doit pas conduire à réintroduire systématiquement la neuro-sédation.**

Une alternative à l'interruption quotidienne de la sédation consiste à adopter un **protocole d'arrêt de sédation.** En réanimation, **ces protocoles ont démontré leurs avantages, et leur utilisation systématique est recommandée par les lignes directrices**. Cependant, les données restent limitées pour les patients atteints de lésions cérébrales.

Dans le cadre d'une étude prospective portant sur 215 patients admis à l'USI pour une lésion cérébrale aiguë, l'application d'un protocole de sédation et d'analgésie a permis de réduire la quantité totale de sédation utilisée, ainsi que le nombre d'épisodes douloureux (36).

En résumé, chez le patient **cérébrolésé**, **l'arrêt définitif de la neurosédation doit s'envisager** dès que le patient remplit certaines conditions spécifiques **: absence d'hypertension intracrânienne depuis plus de 48h**, **absence d'hypoperfusion cérébrale estimée par le Doppler transcrânien**, **absence d'aggravation des lésions cérébrales** (TDM cérébrale), **absence de défaillance sévère respiratoire et hémodynamique**, **arrêt d'une éventuelle administration de curares depuis plus de 24h**, **pas de convulsions**.

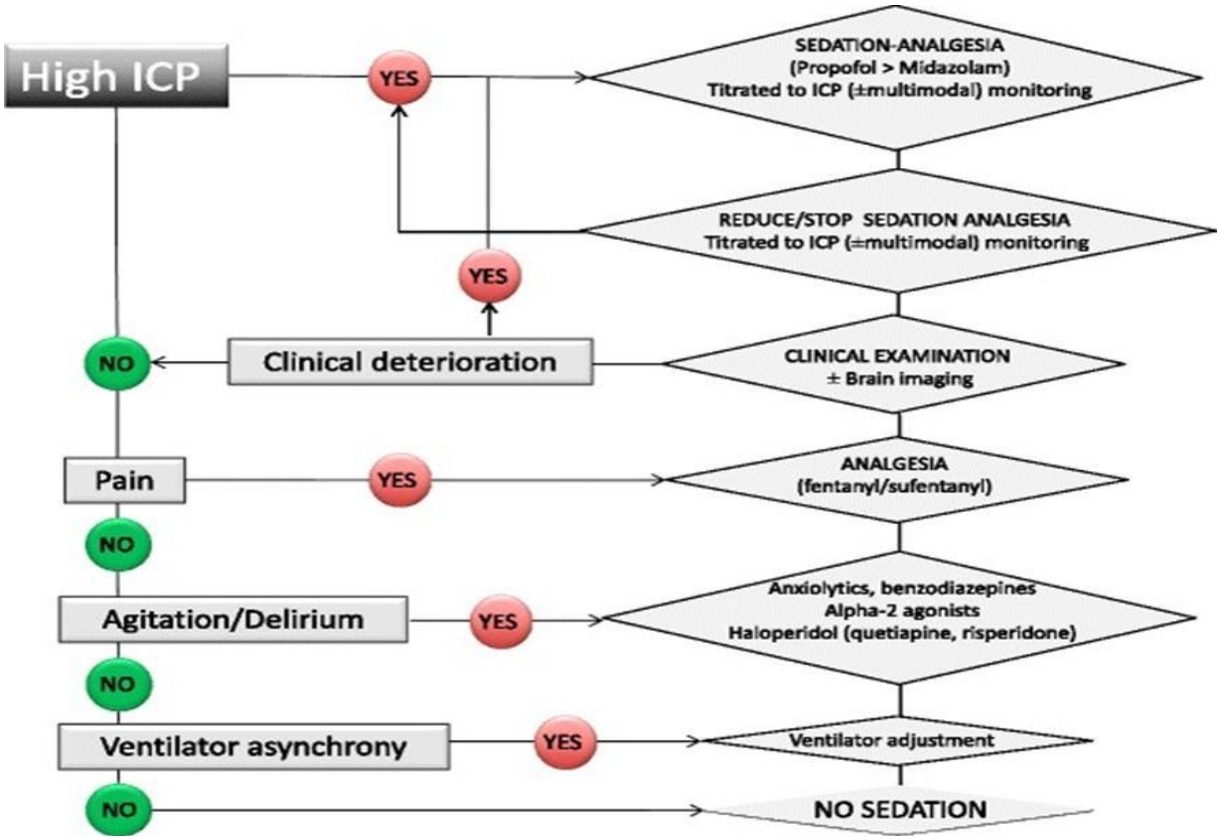


Figure 28:Approche suggérée pour la prise en charge de la sédation-analgésie chez les patients en soins intensifs neurologiques(33).

5. Agitation et délirium en réanimation :

Le délirium et l'agitation sont des symptômes fréquents en réanimation, particulièrement chez le cérébrolésé. Leur incidence peut atteindre 92% des patients. Leur survenue est associée à une augmentation des posologies d'hypnotiques et de morphiniques et par conséquent, un allongement de la durée de VM et de séjour en réanimation, une hausse de la mortalité, un retard du sevrage de la ventilation mécanique, et une hausse de l'incidence de la pneumopathie nosocomiale (37).

Les causes d'une agitation sont variées : douleur, troubles métaboliques, sepsis, hypoxémie, défaillance cardio-vasculaire, lésion intracrânienne et, par élimination, syndrome de sevrage.

Le syndrome de sevrage est caractérisé par un cortège de symptômes (agitation aiguë, douleurs diffuses, nausées, crampes musculaires, myoclonies, insomnie, anxiété) et des signes cliniques (tachycardie, hypertension artérielle, vomissements, polypnée ou désadaptation du ventilateur, sueurs, fièvre, mydriase bilatérale réactive). **L'administration de fortes posologies de benzodiazépines (> 4 mg.h-1 de midazolam) et/ou de morphiniques (> 200 µg.h-1 de fentanyl) pendant une durée supérieure à 7 jours est un des facteurs clairement identifiés favorisant la survenue d'un syndrome de sevrage suggérant que les patients cérébrolésés lourdement sédatés par benzodiazépines sont particulièrement à risque** (38).

Ainsi la prévention et le traitement du syndrome de sevrage sont essentiels dans cette population vulnérable.

La conférence de consensus SFAR-SRLF de 2008 recommande l'utilisation des alphas agonistes et des neuroleptiques dans le cadre d'un syndrome de sevrage. Les guidelines américaines de 2013 proposent la dexmédétomidine ou le propofol, et non plus une benzodiazépine, comme **agent de première intention lorsqu'une sédation légère coopérative est jugée nécessaire.**

La dexmédétomidine est un agoniste sélectif du récepteur alpha 2 qui se distingue en tant qu'agent de sédation, par des données suggérant son impact favorable en termes de devenir du patient.

Elle possède une sélectivité supérieure pour les récepteurs alpha2 adrénergiques, une durée d'action plus brève, une demi-vie de distribution de 6 minutes, une demi-vie d'élimination terminale entre 1,9h et 2,5h, un métabolisme hépatique, il n'y a pas d'accumulation pour un traitement allant

jusqu'à 14 jours. **Il s'agit d'une sédation dose dépendante qui possède des propriétés hypnotique et analgésique, sans effet dépresseur respiratoire pouvant permettre de réduire la durée de ventilation mécanique en USI.** Un autre avantage majeur potentiel est de pouvoir obtenir les conditions d'un test de réveil sous perfusion continue sans interrompre son administration, contrairement aux autres agents de sédation.

Par ailleurs, la dexmédétomidine réduit l'incidence du delirium chez les patients en réanimation, patients cérébrolésés exclus. **Concernant son utilisation chez les cérébrolésés, il n'y a pas de contre-indication à son utilisation à la phase aiguë sous réserve du maintien d'une pression de perfusion cérébrale adéquate** (39).

Dans un essai clinique randomisé mené en Iran, comparant les effets de l'halopéridol et de la dexmédétomidine sur le délire et l'agitation chez des patients intubés atteints d'un traumatisme crânien : on a montré qu'il y avait une différence significative entre les patients recevant de l'halopéridol et de la dexmédétomidine en termes d'incidence de délire et d'agitation. En fait, les patients du groupe dexmédétomidine étaient plus calmes et souffraient moins de délire. Cependant, il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes en ce qui concerne le niveau de conscience, le nombre de jours d'hospitalisation en USI ou le nombre de jours d'intubation (40).

Dans notre étude, les patients qui ont présenté une agitation ont été mis sous opioïdes et neuroleptiques, vu que la dexmédétomidine était indisponible durant la période de notre étude.

IV. Sevrage ventilatoire

1. intérêt de la mise en place d'un protocole de sevrage de la ventilation mécanique

La ventilation mécanique augmente le risque de complications et de mortalité. Pour limiter ces risques, **il est important de commencer le sevrage dès que possible**. **Le sevrage représente la période correspondant au passage de l'assistance respiratoire totale à la ventilation spontanée jusqu'au succès de l'extubation.** Des études montrent que 60 à 80 % des patients peuvent être sevrés dès le premier essai de ventilation spontanée, et plus de la moitié de ceux qui s'auto-extubent n'ont pas besoin d'être réintubés**(41)**.

En revanche, l'échec d'extubation augmente le risque de mortalité. Il est donc nécessaire de **planifier au mieux l'extubation** afin d'éviter l'échec d'extubation et de diminuer au maximum la durée de ventilation mécanique. Parallèlement, le coût du séjour en réanimation et le surcoût provoqué par les infections nosocomiales, sont des arguments économiques en faveur de la limitation de la durée du séjour et d'intubation.

L'élaboration d'un protocole de sevrage ventilatoire offre une approche standardisée reposant sur un algorithme prédéfini, facilitant l'identification précoce des patients aptes à réaliser une épreuve de ventilation spontanée. De plus, ses avantages, notamment la réduction de la durée de ventilation mécanique et de séjour en USI, ont été démontrés **(42)**.

Des études ont comparé l'utilisation de protocoles pour sevrer les patients du respirateur par rapport à la pratique habituelle. **La durée moyenne totale de la ventilation mécanique dans le groupe de sevrage protocolisé a été réduite en moyenne de 26 % par rapport au groupe de soins habituels. La durée du sevrage a été réduite de 70 %, et la durée du séjour en USI de 11 % (43).**

Chez les patients cérébrolésés, il est crucial d'**éviter une intubation prolongée en raison d'une altération de la conscience**, **tout en minimisant le risque d'échec d'extubation**. Un niveau minimal de conscience est généralement exigé pour initier une épreuve de sevrage, souvent définie par un score de Glasgow supérieur à 8 **(44)**. Cependant, **chez ces patients cérébrolésés, l'absence de réponse aux ordres simples complique, voire empêche, l'identification des candidats potentiels à l'extubation**. **Une étude a aussi montré l'intérêt d'un protocole de sevrage ventilatoire chez le patient cérébrolésé. En effet, celui-ci permet de prévenir la réintubation chez des patients atteints de troubles neurologiques (5% vs 12%) (45).**

Une conférence de consensus a proposé une approche systématique basée sur une gestion étape par étape du processus de sevrage **(41).**

+Première étape : la recherche quotidienne du prérequis pour tenter une épreuve de ventilation spontanée

Ce prérequis (annexe 6) comporte des critères généraux et des critères respiratoires. Leur recherche effectuée en règle générale par le personnel

infirmier et/ou les kinésithérapeutes, doit être précoce, quotidienne et faire l'objet d'un protocole rédigé.

+Deuxième étape : l'épreuve de ventilation spontanée

L'épreuve de ventilation spontanée (VS) est un test qui a pour objectif d'évaluer la capacité du malade à ventiler sans l'assistance du ventilateur. **La VS doit donc mimer au mieux les conditions réellement rencontrées par le malade immédiatement après l'extubation.**

+Troisième étape : En cas de réussite de l'épreuve de la VS, rechercher les critères d'extubation

En effet, **une épreuve de VS réussie signifie que le patient peut respirer sans assistance (c'est-à-dire sans ventilateur). Toutefois, cela ne signifie pas que la sonde d'intubation peut être retirée en toute sécurité**. En effet, pour tolérer l'extubation, un niveau de conscience, de déglutition et de toux adéquat est nécessaire.

+Quatrième étape : prévenir l'insuffisance respiratoire aiguë post-extubation et la réintubation ultérieure chez les patients à risque.

Dans notre étude, le protocole établi pour le sevrage ventilatoire chez les TCG est le suivant :

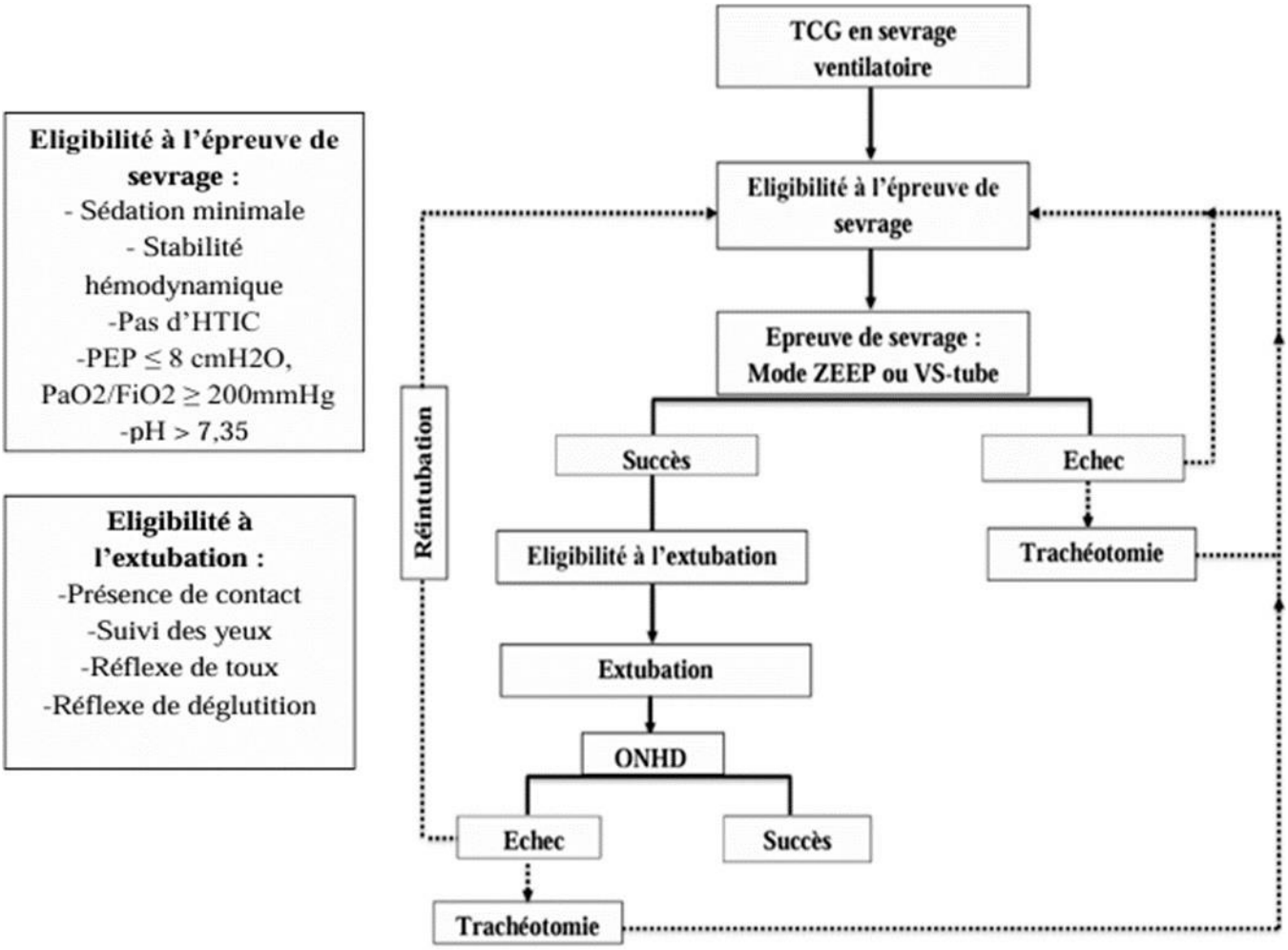


Figure 32 : Protocole de sevrage ventilatoire établi au service de réanimation A1 pour les patients TCG

2. L'épreuve de ventilation spontanée (VS) :

i. Les modalités de réalisation :

Cette épreuve doit reproduire au mieux les conditions dans lesquelles le patient se trouvera une fois extubé. L'épreuve de VS peut être menée sur une pièce en T ou en utilisant un faible niveau d'aide inspiratoire (AI) de l'ordre de 7 cm H2O, le patient restant alors connecté au respirateur.

La modalité utilisant l'AI permet un contrôle plus précis de la fraction inspirée d'oxygène administrée, une utilisation des alarmes et du système de monitorage du ventilateur **autorisant une surveillance plus étroite du patient**. Aussi, **le niveau d'AI est destiné à supprimer la charge de travail respiratoire essentiellement liée au circuit du respirateur** (valves, tuyaux) et à un degré moindre à la sonde d'intubation. Cependant, **cette technique peut surestimer la capacité du patient à respirer sans assistance.** A noter que le ballonnet sera maintenu gonflé et qu'il n'est pas recommandé d'adjoindre à ce niveau d'AI, une pression expiratoire positive **(46).**

Si l'épreuve est effectuée sur pièce en T, aucune assistance inspiratoire n'est apportée, ce qui **reflète plus précisément l'état physiologique après l'extubation**. Cependant, **la chute soudaine de la PEP peut induire un dysfonctionnement cardiaque.** L'air administré est humidifié et enrichi en oxygène. Un dispositif évitant la ré-inspiration de l'air expiré doit être utilisé. Par ailleurs, **l'absence de possibilité de mesure des volumes sur pièce en T, impose une surveillance rapprochée des malades soumis à une telle épreuve et augmente considérablement la charge de soins (46).**

Dans un essai contrôlé randomisé, comptant 72 patients TC sous ventilation mécanique, l'EVS a été menée dans deux groupes par une pièce en T ou en utilisant un faible niveau d'aide inspiratoire (AI) de 8 cm H2O, respectivement. Le taux de réussite du sevrage dans le groupe (pièce en T) était significativement plus élevé que dans le groupe (AI), tandis que la durée d'hospitalisation après sevrage dans le groupe (pièce en T) était significativement plus courte que dans le groupe (AI). Il n'y avait pas de

différences significatives dans le taux de réussite de l'extubation et la durée de la ventilation mécanique entre les groupes (47).

Le choix de la modalité de l'épreuve de VS reste cependant en fonction des habitudes de l'unité. Dans notre étude, 10 patients, soit 22.7% des malades, ont bénéficié d'une épreuve de VS avec AI ne dépassant pas 7cmH2O contre 34 patients, soit 77.3% qui ont bénéficié d'une épreuve de VS avec tube en T.

ii. Durée de l'épreuve de VS :

La durée de l'épreuve de ventilation spontanée est comprise entre 30 et 120 mn, à l'exception des patients présentant une insuffisance respiratoire restrictive d'origine neuromusculaire, chez lesquels l'échec de l'épreuve peut se démasquer de manière retardée ; ce qui impose de la prolonger au-delà de 120 min. Chez ces patients une durée d'au moins 12 heures est souvent proposée. **Lorsqu'un sevrage facile est prévisible, la durée de l'épreuve de ventilation spontanée peut être raccourcie sur décision médicale ; la durée suggérée étant alors au minimum de 30 minutes (46)**.

Les études montrent que les patients qui échouent à une EVS le font dans les 20 premières minutes. En effet, le taux de réussite d'une EVS est similaire pour un essai de 30 minutes ou de 120 minutes. La nécessité d'un essai de plus longue durée chez les patients ayant déjà échoué à un sevrage n'a pas été suffisamment étudiée **(41).**

iii. Surveillance de l'épreuve de ventilation spontanée :

La surveillance repose sur l'évaluation de l'état clinique et sur le monitorage continu de la fréquence respiratoire, de la fréquence cardiaque, de la pression artérielle et de l'oxymétrie de pouls. L'aspiration régulière prévient l'apparition d'un encombrement.

Les principaux **signes de mauvaise tolérance** sont :

- Fréquence respiratoire >35 cycles/mn

- Saturation pulsée <90%

- Variation de plus de 20% de la fréquence cardiaque ou de la pression artérielle systolique.

- Sueurs

- Agitation

L'apparition de ces critères impose de vérifier la perméabilité de la sonde d'intubation et d'interrompre l'épreuve de VS après avoir prélevé des gaz du sang artériel.

3. Issue de l'épreuve de ventilation spontanée :

En cas de succès de l'épreuve de ventilation spontanée (VS), les facteurs de risque d'échec de l'extubation doivent être recherchés. En leur absence, le patient peut être extubé sur prescription médicale.

Dans une étude, on a démontré que, chez les patients ayant subi une lésion cérébrale, l'échec de la libération du respirateur était fréquent après une EVS réussie (80). En effet, 37 % ont eu besoin d'une assistance respiratoire invasive dans les 48 heures et 61 % dans les 7 jours, alors que chez les patients gravement malades en général, Subira et al. ont signalé 12 % d'échec d'extubation dans les 48 heures suivant une EVS réussie (41).

Il est possible que les paramètres bien connus fournis par une EVS ne soient pas aussi pertinents chez les patients atteints de lésions cérébrales. Un dysfonctionnement neurologique peut ne pas affecter la capacité à respirer (testée par EVS), mais peut affecter le succès de la libération du respirateur.

En cas d'échec, des facteurs susceptibles de l'expliquer doivent être recherchés et traités et le patient doit être remis en ventilation artificielle. Les principales causes d'échec de sevrage sont : obstruction de la sonde d'intubation et de l'arbre trachéo-bronchique, Insuffisance ventriculaire gauche, neuromyopathie de réanimation, sepsis, anémie, dysfonction diaphragmatique, bronchospasme, désordres métaboliques et nutritionnels.

Dans l'étude de Shi ZH (46), les échecs des EVS sont principalement attribués à des **causes neurologiques (47 %) et à des obstructions des voies aériennes supérieures (24 %)**, mettant en évidence l'impact des complications liées au système nerveux et aux voies respiratoires. **En revanche, notre étude souligne une prédominance des complications infectieuses, notamment la pneumopathie acquise sous ventilation mécanique (PAVM) chez 60 % des patients, suivie du sepsis (20 %). Elle identifie également des causes telles que la désadaptation au respirateur (15 %) et un état de mal épileptique (5 %). Ces**

résultats suggèrent que les facteurs influençant l'échec du sevrage peuvent varier en fonction des populations étudiées, des protocoles de prise en charge et des comorbidités associées.

Dans notre étude, le sevrage a été réussi chez 24 patients (54,5 %), tandis que 20 patients (45,5 %) ont présenté un échec lors de la première tentative.

V. Extubation

1. Particularités des cérébrolésés :

i. Timing de l'extubation :

Bien que les recommandations internationales sur le sevrage de la ventilation mécanique excluent systématiquement les patients cérébrolésés, un prérequis à toute extubation est l'obtention d'un état neurologique compatible et stable, dont le score de Glasgow doit être au moins supérieur à 12 **(48)**.

Or, chez les patients cérébrolésés, une dissociation entre l'état de conscience et l'état respiratoire peut persister. Par conséquent, **une altération persistante de la conscience due à une lésion cérébrale ne constitue pas une contre-indication à l'initiation du processus de sevrage.**

Il est donc essentiel, **une fois l'agression cérébrale aiguë maîtrisée**, d'**évaluer l'extubabilité** de ces patients le plus tôt possible. En effet, des études princeps ont démontré qu'il est possible d'extuber avec succès des patients présentant encore une altération de l'état de conscience, et que la **morbidité**

est davantage **liée à un retard d'extubation (49,50)**. **Coplin et al.** ont également mis en évidence qu'**un retard d'extubation** chez les patients cérébrolésés **augmentait le risque** de **PAVM**, **prolongeait** la **durée de séjour en réanimation** et était associé à une **hausse de la mortalité (49)**.

ii. Délai d'échec d'extubation :

Un **taux élevé d'échec** est fréquent dans **cette population à haut risque** et varie **entre 20 et 40%** selon les études **(51)**, **par rapport à 10-15% dans la population générale.**

Dans la population générale en réanimation, un délai de 48 heures est généralement accepté pour évaluer l'échec ou le succès de l'extubation, ce délai étant lié à l'identification de causes cardiogéniques ou respiratoires justifiant une réintubation. Cependant, chez les **patients cérébrolésés**, **la tendance est à l'allongement de ce délai à 72 heures, voire jusqu'à 5 ou 7 jours (52).**

Cet allongement du délai pour évaluer le succès de l'extubation vise à mieux s'adapter aux spécificités de cette population particulière. **En effet chez les cérébrolésés, les altérations de la conscience, de la commande respiratoire, de la toux et de la déglutition, ainsi que les difficultés à gérer les sécrétions oropharyngées et à protéger les voies aériennes supérieures, sont fréquentes et peuvent se manifester de façon tardive.**

Dans notre étude, le taux d'échec d'extubation était de 24 %, et le délai d'échec observé variait entre 24 et 96 heures après l'extubation, reflétant la

complexité et la variabilité des causes d'échec dans cette population vulnérable.

iii. Evaluation de l'état neurologique chez TC avant extubation :

L'évaluation de l'état de conscience chez un patient en réanimation se réveillant après un TC est une étape cruciale. Elle repose sur une observation clinique minutieuse et l'utilisation d'échelles standardisées telles que :

+le score de Glasgow (Annexe 3) **:** il est actuellement le plus utilisé. Néanmoins, certaines **faiblesses** de ce score ont été soulevées :

- Cette échelle **n'a pas été conçue pour différencier les patients comateux qui se réveillent et entrent progressivement dans un état végétatif ou un état de conscience minimale (53)**. Les patients en état de conscience minimale ont un fonctionnement émotionnel préservé, y compris la perception de la douleur **(54)**, ce qui nécessite une prise en charge clinique et analgésique appropriée.

-Le GCS ne tient pas compte des anomalies des réflexes du tronc cérébral, du rythme respiratoire et du fait que les patients puissent être intubés-ventilés, bien que ces éléments aient été associés à la gravité clinique **(55).**

-Le GCS ne teste pas le suivi des yeux qui s'est avéré être parmi les meilleurs moyens d'évaluation de l'état neurologique du patient.

-De plus, l'item « verbal » du GCS n'est pas évaluable en cas d'intubation (53).C'est probablement pour cette raison que l'étude princeps de **Coplin et al**

avait rapporté qu'il était possible d'extuber avec succès des patients comateux (GCS=4) **(49).**

+Le score de FOUR (Full Outline of Unresponsiveness) :

Le score FOUR, bien qu'il s'appuie sur un nombre minimal de tests pour évaluer un patient présentant une altération de la conscience, il intègre des informations essentielles non évaluées par le GCS. Il permet notamment d'évaluer **les réflexes du tronc cérébral**, de déterminer **l'ouverture, le clignement et le suivi des yeux**, le **schéma respiratoire**, ainsi que d'explorer un éventail plus large de **réponses motrices**. Comme le score FOUR, contrairement au GCS, n'inclut pas d'évaluation de la réponse verbale, **il est plus utile pour évaluer les patients intubés (56).**

Chaque composante a une valeur maximale de 4. Le score total est compris entre 0 (coma profond) et 16 (sujet conscient sans atteinte neurologique ni intubé) **(57)**.

-La composante oculaire du score FOUR permet de **différencier** un **état végétatif** (les yeux s'ouvrent mais ne suivent pas) et un **syndrome d'enfermement** (locked-in syndrome : les yeux s'ouvrent, clignent des yeux et suivent verticalement sur commande).

-La composante motrice comprend une commande complexe qui détermine si les patients sont alertés. Elle combine les réponses de réflexe de retrait de rigidité et de décortication, car ces conditions sont souvent difficiles à distinguer cliniquement. De même, elle peut détecter des signes de

dysfonctionnement cérébral grave, comme **un état de mal épileptique myoclonique** considéré comme un signe de **mauvais pronostic.**

L'utilisation fréquente d'une sédation légère dans l'unité de soins intensifs pourrait affecter l'ouverture des yeux et la réponse motrice, mais pas les réflexes du tronc cérébral et la respiration. En revanche, les trois composantes du GCS sont affectées par la sédation (56).

-Les composantes du tronc cérébral évaluent le pont, le mésencéphale et la moelle allongée dans diverses combinaisons.

-Le score FOUR permet de détecter chez les **patients intubés,** la présence ou l'absence **d'une commande respiratoire.**

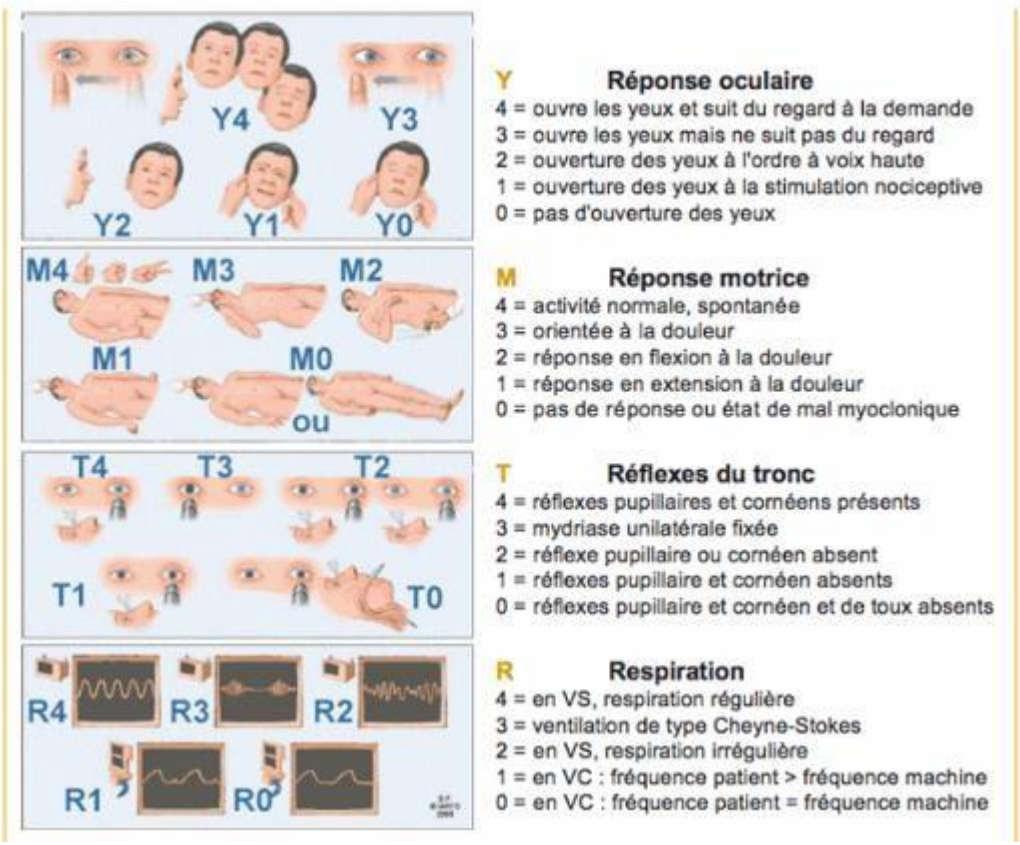


Figure 29:Score de FOUR (Full Outline of Unresponsiveness)

Le score FOUR, comparé au GCS, a démontré une **capacité de prédiction équivalente, voire supérieure, de la mortalité et d'un mauvais pronostic neurologique chez les patients traumatisés crâniens (58). Sa précision et son utilité pronostique constituent ainsi un argument de poids en faveur de son adoption (56).**

+L'échelle de rétablissement du coma révisée (CRS-R) :

L'échelle de rétablissement du coma révisée (CRS-R) est une mesure d'évaluation **neurocomportementale** standardisée composée de six sous-échelles conçues pour **évaluer** le **niveau d'éveil, l'audition, la compréhension du langage, la visuoperception, la fonction motrice, la capacité oromotrice, la parole expressive et la communication oui-non** chez les patients atteints de **troubles de la conscience (59).**

Elle permet ainsi de **mieux détecter** des changements au niveau de la **récupération du patient (détecter un état végétatif ou un état de conscience minimale),** et de **mieux prédire la récupération fonctionnelle (60).**

L'item « visuel » de ce score, **simple à réaliser**, a été utilisé dans **l'étude GODWEAN**, qui sera développée après, pour prédire l'échec d'extubation chez les cérébrolésés **(52)**.

ÉCHELLE DE RÉCUPÉRATION DU COMA VERSION REVUE FRANÇAISE ©2008 Formulaire de rapport								
Patient :	**Date atteinte cérébrale :**							
Etiologie :	**Date admission :**							
Diagnostic initial : **Date :**								
Examinateur:								
FONCTION AUDITIVE								
4 – Mouvement systématique sur demande*								
3 – Mouvement reproductible sur demande*								
2 – Localisation de sons								
1 – Réflexe de sursaut au bruit								
0 – Néant								
FONCTION VISUELLE								
5 – Reconnaissance des objets*								
4 – Localisation des objets : atteinte*								
3 – Poursuite visuelle*								
2 – Fixation*								
1 – Réflexe de clignement à la menace								
0 – Néant								
FONCTION MOTRICE								
6 – Utilisation fonctionnelle des objets*								
5 – Réaction motrice automatique*								
4 – Manipulation d'objets*								
3 – Localisation des stimulations nociceptives*								
2 – Flexion en retrait								
1 – Posture anormale stéréotypée								
0 – Néant / Flaccidité								
FONCTION OROMOTRICE/VERBALE								
3 – Production verbale intelligible*								
2 – Production vocale / Mouvements oraux								
1 – Réflexes oraux								
0 – Néant								
COMMUNICATION								
2 – Fonctionnelle : exacte*								
1 – Non fonctionnelle : intentionnelle*								
0 – Néant								
ÉVEIL								
3 – Attention								
2 – Ouverture des yeux sans stimulation								
1 – Ouverture des yeux avec stimulation								
0 – Aucun éveil								
SCORE TOTAL								

Figure 30:Coma Recovery Scale-Revised (CRS-R)

Dans notre étude, l'évaluation de l'état neurologique des patients avant l'extubation s'est basée sur le score de Glasgow, avec une moyenne de 10,7, ainsi que sur la capacité des patients à établir un contact, et la présence des réflexes de toux et de déglutition.

2. Scores prédictifs de succès d'extubation chez les cérébrolésés:

Très peu d'études ont évalué les stratégies d'extubation chez les patients cérébrolésés :

+L'étude GODWEAN (52) : il s'agit d'une analyse prospective observationnelle à la recherche des facteurs prédictifs du succès d'extubation des patients cérébrolésés graves (GCS médian à 8) dont les étiologies sont prédominées par les traumatismes crâniens (44%).

En analyse multivariée, les **critères indépendamment** associés avec le **succès** d'une extubation étaient les suivants **:** l'existence d'un **réflexe nauséeux,** d'**une toux** (spontanée ou aux aspirations trachéales), d'une **déglutition** ainsi qu'un **statut neurologique** évalué par **le score CRS-R (item « visuel ») révélateur d'un état de conscience minimal mis en évidence par une poursuite visuelle** (en l'objectivant en déplaçant un miroir en face du patient).

Ces critères ont été pondérés, afin d'obtenir **le score** suivant divisé en deux parties :

Gestion des Voies Aériennes :		**Examen Neurologique :**	
		Composante visuel CRS – R :	
Toux	**4p**	**Item 0-1-2**	**1p**
Déglutition	**3p**	**Item 3-4-5**	**3p**
Réflexe nauséeux	**4p**		

Ce score varie donc pour chaque patient de 0 à 14 Points. **Pour un score supérieur à 9, le taux de succès d'extubation est supérieur à 90%.**

L'échec d'extubation était défini comme la nécessité de recourir à une ventilation en pression positive ou à une intubation dans un **délai prolongé de 7 jours. Le taux d'échec était de 31% dans cette cohorte (24% dans les 48 premières heures).**

Les patients étaient **ré-intubés** pour des causes **respiratoires (88 %) :** encombrement avec absence de toux, épuisement et œdème laryngé, ou **neurologiques (60 %) :** troubles de la conscience et troubles de la déglutition.

De manière similaire, notre étude confirme la prédominance des causes respiratoires, représentant 83,34 % des cas, tandis que les causes neurologiques sont moins fréquentes, avec un taux de 16,67 %. Ces résultats soulignent l'importance d'une évaluation rigoureuse des fonctions

respiratoires et neurologiques avant l'extubation, particulièrement chez les patients cérébrolésés, afin d'anticiper et de minimiser les risques d'échec.

+Score VISAGE : L'équipe d'**Asehnoune (61)** a mené une étude prospective observationnelle multicentrique sur 437 patients cérébrolésés éligibles à l'extubation, avec notamment 42.6 % de traumatismes crâniens graves, et qui avaient été ventilés mécaniquement pendant plus de 48 heures.

L'éligibilité à une extubation était recherchée chez les patients présentant un GCS moteur supérieur ou égal à 4, hors sédation, et en situation stable hémodynamique, respiratoire et thermique. Dans cette cohorte, **l'échec d'extubation, défini comme le recours à une intubation trachéale dans les 48 heures ou à une trachéotomie première, était retrouvé chez 22.6% des cas.**

En analyse multivariée, on a mis en évidence un modèle prédictif du succès d'extubation qui comprenait 4 items mesurés juste avant celle-ci : **Le score VISAGE (Visual pursuit, Swallowing, Age, Glasgow for Extubation).**

Le score VISAGE :

Âge < 40 Ans	**1 Point**
Poursuite Visuelle	**1 Point**
Déglutition	**1 Point**
Score de Glasgow > 10	**1 Point**

Le score VISAGE permet alors de prédire le succès d'extubation dès lors que celui-ci était supérieur à 3, avec une grande probabilité (90%).

Dans cette étude, **l'échec de l'extubation prolonge à la fois la durée de ventilation mécanique et le séjour en réanimation**, tout en étant associé à une **augmentation de la mortalité. De manière similaire, notre étude montre que les patients ayant subi un échec d'extubation présentent une durée moyenne de ventilation mécanique de 18,5 jours, contre 12 jours pour les autres patients. De plus, 83,3 % des patients ayant rencontré un échec d'extubation ont développé une pneumonie acquise sous ventilation mécanique (PAVM).**

Ce score permet de mettre en lumière **l'interdépendance cruciale de l'état neurologique et de la gestion du carrefour aéro-digestif** et donc des réflexes de protection des voies aériennes supérieures **(62)**.

+L'étude ENIO (63), est la plus grande cohorte prospective (du 30 juin 2018 au 31 octobre 2020)**,** observationnelle, **internationale** et **multicentrique** de **patient de neuro-réanimation** pour **caractériser les pratiques actuelles autour de l'extubation des patients neurolésés et établir un score prédictif du succès d'extubation dans les 48 premières heures.**

1794 patients ont été inclus dans l'étude (64), 831 (46,6%) patients étaient pris en charge pour un traumatisme crânien. On a enregistré **188 échecs d'extubation dans les 48 premières heures soit 13,4%.** Alors même que ce délai ne fait pas l'objet d'un consensus dans la littérature, **l'étude montre que plus de 90% des échecs d'extubation ont lieu dans les 5 premiers jours.**

Les patients avec un échec d'extubation étaient **réintubés** pour des raisons **respiratoires (56%),** pour une **défaillance des voies aériennes**

supérieures (41%), pour cause **neurologique (35%)** et seulement **2.6% pour cause cardiaque.**

Ces résultats suggèrent que, bien que les causes respiratoires soient un facteur clé d'échec dans les deux études, leur importance relative peut varier en fonction des caractéristiques spécifiques des populations étudiées et des critères d'évaluation utilisés.

Les variables qui ressortent de l'analyse statistiques sont, par ordre d'importance **:** la présence d'une **toux, la fréquence des aspirations endotrachéales, le score de Glasgow avec un seuil à 12,** la présence d'une **déglutition, la fréquence respiratoire** et **le délai d'extubation.** Avec ces éléments, le score a une AUC 0,71**.** Le score d'un patient est la somme des points de chaque item (Annexe 4).

+L'étude Biper (65): est un **essai clinique prospectif, multicentrique,** randomisé en grappes étagées visant à **réduire l'échec de l'extubation chez une cohorte de 660 patients atteints de lésions cérébrales et présentant une altération résiduelle de la conscience à l'aide d'un simple score clinique. La date de début** de l'étude était en février **2020,** et **La date d'achèvement** est prévue pour **2027.**

Le **score** utilisé est celui qui a été validé dans la cohorte de **Godet et al**. en 2017 :

1. **Déglutition : 3 points si présente**
2. **Réflexe nauséeux : 4 points si présent**
3. **Toux : 4 points si présente**

4. Score CRS-R, item visuel > 2 : 3 points si présent

Pour participer, les patients cérébrolésés (GCS < 13) devront réussir un essai de ventilation spontanée et répondre à tous les critères d'inclusion (annexe 5), y compris un GCS moteur < 6 sans sédation.

Le **critère de jugement principal** c'est l'**échec d'extubation** défini par la nécessité de ré-intubation dans les **5 jours** post-extubation ou décès survenant dans cet intervalle.

L'hypothèse des auteurs est que ce score clinique permettra aux médecins d'extuber les patients au bon intervalle de temps et de prévenir l'échec de l'extubation dans cette population vulnérable.

Dans notre étude, on a élaboré un protocole adapté au service pour décider de l'extubation : Devant la présence de contact avec suivi des yeux en plus de la présence des réflexes de toux et de déglutition, l'indication de l'extubation est posée.

3. Place de l'ONHD et la VNI en post-extubation :

Les **patients neurolésés** sont un sous-groupe de patients **à haut risque d'échec d'extubation**, et les principaux **facteurs d'échec** sont liés au **contrôle inefficace des voies aériennes supérieures** et au **risque d'inhalation**, c'est-à-dire la capacité de toux, la quantité des sécrétions, l'efficacité de la déglutition et du réflexe nauséeux, et **l'état de conscience** ou de vigilance évalué par le score de Glasgow ou la poursuite oculaire **(61)**.

De nombreuses études observationnelles et essais cliniques randomisés (ECR) antérieures ont examiné l'impact **post-extubation** de l'**assistance respiratoire non invasive** chez les **patients gravement malades.**

Dans un ECR multicentrique de 527 patients de 7 unités de soins intensifs, l'oxygénothérapie nasale à haut débit (ONHD) a conduit à une réduction absolue de 6,2 % de l'insuffisance respiratoire post-extubation et à une réduction absolue de 7,2 % de la réintubation par rapport à l'oxygénothérapie conventionnelle (66).

Une méta-analyse en réseau portant sur 36 ECR et 6 806 patients a confirmé que l'ONHD et la VNI réduisaient le risque de ré-intubation par rapport à l'oxygénothérapie conventionnelle lorsqu'elles étaient administrées à titre prophylactique après l'extubation **(67)**.

Or, malgré les avantages observés dans les cohortes mixtes en USI, **il n'existe aucune donnée permettant de guider l'utilisation de l'assistance respiratoire non invasive chez les patients atteints de Lésions cérébrales aiguës (LCA)**, comme le souligne une directive récente **(68)**.

Dans **une analyse secondaire planifiée de l'étude ENIO (69)** (Stratégies d'extubation chez les patients en unité de soins intensifs neurologiques et associations avec les résultats), L'ONHD ou la VNI ont été utilisées chez 267 patients après extubation (soit 23,9 % de la cohorte). **On a constaté que l'ONHD ou la VNI prophylactique n'étaient pas associées à la réintubation chez les patients atteints de LCA.** Plusieurs facteurs pourraient expliquer ce résultat:

-Les principales causes d'échec de l'extubation chez les patients atteints de LCA comprennent l'atteinte neurologique et la perte des réflexes de protection des voies aériennes. **Il est peu probable que la perte de protection des voies aériennes soit gérée efficacement par** l'**ONHD ou la VNI**, qui **atténuent généralement le risque de réintubation en améliorant l'oxygénation et la ventilation.**

-Le bénéfice de **l'assistance respiratoire non invasive post-extubation** est **plus important** chez les patients **à haut risque**, notamment **les patients âgés de plus de 65 ans et ceux atteints d'une maladie respiratoire ou cardiaque sous-jacente**. Dans cette cohorte, seulement 25 % des individus étaient âgés de plus de 65 ans et moins de 8 % souffraient de bronchopneumopathie chronique obstructive ou d'insuffisance cardiaque.

-les patients ayant subi une lésion cérébrale présentent une faiblesse neuromusculaire accrue, une inflammation systémique et une durée prolongée de ventilation mécanique, d'immobilisation et de sédation. Dans ce contexte, **l'effet protecteur de l'ONHD ou de la VNI peut être insuffisant pour contrebalancer le risque accru d'échec de l'extubation découlant de multiples facteurs sous-jacents.**

Cela ne signifie pas que l'utilisation de la VNI et/ou de la ventilation non invasive après l'extubation ne doit pas être envisagée ou, en particulier, étudiée (70).

	HFT	VNI
Améliore l'oxygénation	✓	✓
Réduit les efforts respiratoires	✓	✓
Diminue la charge cardiaque	✓	✓
Améliore le volume courant	✓	✓
Diminue la fréquence respiratoire	✓	✓
Améliore la clairance mucociliaire	✓	
Améliore le rinçage de l'espace mort	✓	
Favorise le confort et la tolérance	✓	
Léger effet PEP	✓	
Améliore la PEP		✓
Améliore la ventilation alvéolaire		✓
Réduit la charge des muscles respiratoires		✓

Chez le patient cérébrolésé dont le statut neurologique n'est pas optimal, la place de la VNI est restreinte vu les risques liés à l'inhalation. La place de l'OHD paraît prometteuse, permettant l'humidification et le réchauffement de l'air inspiré, une meilleure tolérance, un effet PEP avec une béance des voies respiratoires sans majoration le risque de pneumopathie d'inhalation.

Dans notre étude, au cours des trois premiers, les patients ont reçu une oxygénothérapie standard en raison de l'indisponibilité de l'appareil d'oxygénothérapie humidifiée à haut débit. En revanche, au cours des six mois suivants, tous les patients ont bénéficié d'une oxygénothérapie à haut débit humidifiée (ONHD) en plus des séances de kinésithérapie.

VI. Trachéotomie

1. Critères de trachéotomie chez le TCG :

La trachéotomie est fréquemment requise chez les patients victimes d'un traumatisme crânien grave, une population chez qui une altération prolongée de l'état de conscience peut nécessiter une longue période d'assistance respiratoire mécanique **(71).** Or, les politiques et pratiques varient d'un centre à l'autre et **les indications optimales de la trachéotomie restent incertaines (72)**, **prenant en considération plusieurs facteurs** :

+Aspects liés à la ventilation :

La prise en charge des traumatisés crâniens peut nécessiter une ventilation mécanique prolongée, en raison de l'imprévisibilité et de la variabilité du temps de récupération de ces patients, rendant le sevrage ventilatoire difficile **(73,74).** Par ailleurs, l'altération des réflexes de toux et de déglutition compromet la protection des voies respiratoires, ce qui explique le recours à l'aspiration et par conséquent l'augmentation de l'incidence des infections pulmonaires dans cette population **(75).**

Dans ce sens, la trachéotomie permet de sécuriser les voies respiratoires en offrant un accès direct et contrôlé à la trachée. Elle contribue également à réduire la durée de la ventilation mécanique et le séjour en unité de soins intensifs (USI) (72). Elle est aussi mieux tolérée par les patients, ce qui réduit potentiellement le besoin de sédation (76).

+Gestion des sécrétions :

Chez les patients TCG, la gestion des sécrétions des voies respiratoires est un défi important. Ces patients présentent souvent **une production accrue de sécrétions combinée à une capacité réduite à les éliminer** en raison d'une altération de la fonction neurologique et respiratoire ce qui peut **entraîner des complications graves : PAVM, atélectasies, risque de réintubation (73,75).**

La trachéotomie joue un rôle clé dans l'optimisation de cette gestion, en permettant **un accès direct pour aspiration, une réduction des micro-aspirations, et une facilitation de la kinésithérapie respiratoire.**

+Prévention des complications :

La trachéotomie, réalisée dans un contexte approprié, permet de limiter plusieurs complications potentielles à savoir :

-Réduction du risque de lésions des voies respiratoires supérieures associées à une intubation prolongée (sténose trachéale, ulcérations, paralysie des cordes vocales)

-Limitation des complications liées aux sécrétions à savoir : les pneumopathies acquises sous ventilation mécanique (PAVM) grâce à une meilleure gestion des sécrétions et à la réduction des micro-aspirations, et les atélectasies.

-Prévenir les complications liées à la sédation prolongée et amélioration du confort du patient.

Dans une cohorte de 1358 patients traumatisés crâniens réalisés dans le cadre du CENTER-TBI, on a identifié comme des facteurs prédictifs de trachéotomie : l'âge, GCS ≤8, une pupille non réactive, un traumatisme thoracique associé, et une hypoxémie qui peuvent avoir un effet négatif sur le sevrage respiratoire et la réussite de l'extubation **(72).**

Une cohorte de 120 patients traumatisés crâniens a identifié plusieurs facteurs associés à la nécessité d'une trachéotomie **(73)**. Parmi eux figurent :

-Les scores pronostiques : CRASH, IMPACT, SAPS II, et APACHE II.

-Facteurs cliniques : âge, score traumatique révisé, état de conscience, réactivité pupillaire.

-Présence de lésions spécifiques, comme l'hématome sous-dural.

Dans notre étude, la trachéotomie a été réalisée dans 18 cas, soit chez 40.9% des patients. 22% de ces patients ont été trachéotomisés après échec d'extubation.

2. Trachéotomie précoce vs trachéotomie tardive :

Dans les traumatismes crâniens, le moment idéal pour la trachéotomie est toujours débattu (77). Sa réalisation requiert **deux prémisses** : **une prédiction adéquate qu'un patient nécessitera une assistance respiratoire mécanique prolongée** et **la connaissance du moment idéal auquel une trachéotomie devrait être effectuée pour en maximiser les bénéfices cliniques (71).**

La définition de la trachéotomie précoce varie considérablement d'une étude à une autre et ne semble pas faire consensus dans la communauté médicale. **La trachéotomie précoce** est généralement définie comme une trachéotomie effectuée **durant les trois à 10 jours suivant l'initiation de l'assistance respiratoire mécanique**. La trachéotomie **tardive** est alors définie dans les études comme étant **à n'importe quel moment en dehors de la période précoce (78).**

Dans une cohorte de 433 patients souffrant de lésions cérébrales traumatiques, **la trachéotomie dans les 7 jours suivant l'admission semble être associée à de meilleurs résultats neurologiques** (évaluée par l'échelle de devenir de Glasgow étendue), **à une mortalité plus faible, à des séquelles neurologiques moindres et à une durée de séjour plus courte que la trachéotomie tardive** (effectuée plus de 7 jours après l'admission) **(72).**

Dans une méta-analyse basée sur huit essais comparant la trachéotomie précoce (dans les 10 jours suivant la blessure) à la trachéotomie tardive (plus de 10 jours), **chez des patients souffrant de lésions cérébrales traumatiques**, **la trachéotomie précoce était associée à un meilleur résultat neurologique, à une durée plus courte de la ventilation mécanique (VM) et à une incidence plus faible de la pneumonie acquise sous ventilation mécanique (79).**

Ces conclusions sont corroborées par nos résultats, qui montrent que les patients ayant bénéficié d'une trachéotomie précoce ont eu une durée de VM significativement plus courte (moyenne de 7,8 jours) par rapport à ceux ayant subi une trachéotomie tardive (moyenne de 34,1 jours). Ces données

renforcent l'intérêt d'une approche précoce pour optimiser les résultats cliniques et réduire les complications associées à la ventilation prolongée.

Une étude de cohorte rétrospective a également **comparé la trachéotomie très précoce (dans les 3 jours suivant l'admission) et la trachéotomie précoce (après 3 jours d'admission)** chez des patients souffrant de **traumatisme crânien**. La mortalité à trente jours était de 3 % dans le groupe très précoce, contre 8 % dans les groupes précoces.

La durée de la ventilation mécanique (MV) et la durée du séjour en unité de soins intensifs (USI) étaient plus courtes dans le groupe très précoce que dans le groupe précoce. Il n'y avait pas de différence entre les deux groupes en termes d'incidence d'événements indésirables et de pneumonie **(80).**

Dans une autre cohorte de 98 patients souffrant d'un traumatisme crânien, la trachéotomie très précoce a été associée à une réduction de la durée du séjour en USI, de l'utilisation d'antibiotiques, du coût de l'hospitalisation et du taux de pneumonie acquise sous ventilation mécanique. Le taux de mortalité n'était pas différent entre les groupes (75).

En contrepartie, des limites importantes à l'utilisation de la trachéotomie précoce existent chez les patients ayant subi un TCG. Quelques études ont notamment montré qu'une augmentation de la pression intracrânienne peut survenir pendant la durée de la procédure de trachéotomie. Ceci peut donc limiter l'exécution précoce de cette procédure chirurgicale chez des patients avec une hypertension intracrânienne persistante (72,81).

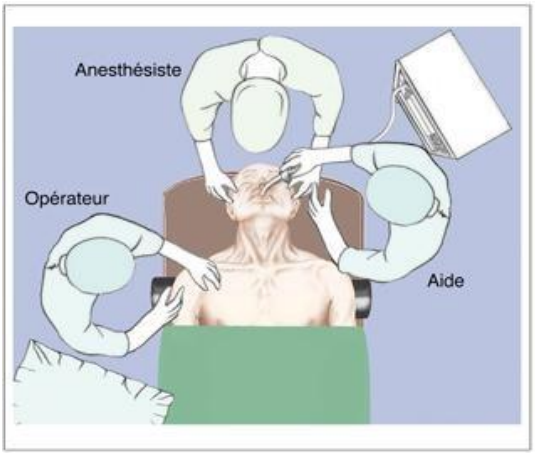
Dans notre étude, 66,67 % des patients trachéotomisés ont bénéficié d'une trachéotomie précoce, c'est-à-dire dans les dix premiers jours de leur hospitalisation, tandis que 33,33 % ont bénéficié d'une trachéotomie tardive.

3. Technique :

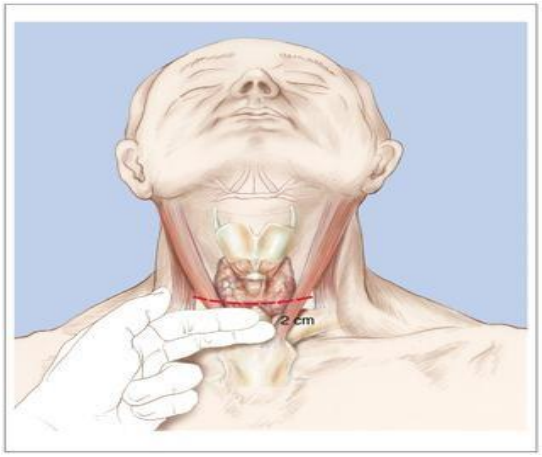
Deux modalités de trachéotomie cohabitent : chirurgicale et percutanée.

i. La technique chirurgicale :

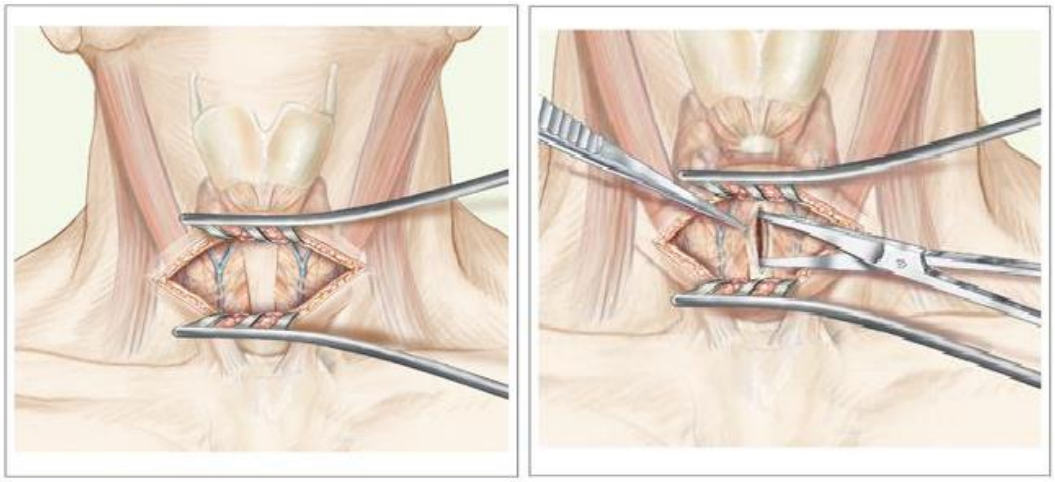
Elle est pratiquée dans le service est réalisée sur un patient en **décubitus dorsal**, **sous anesthésie générale, le cou en extension.**

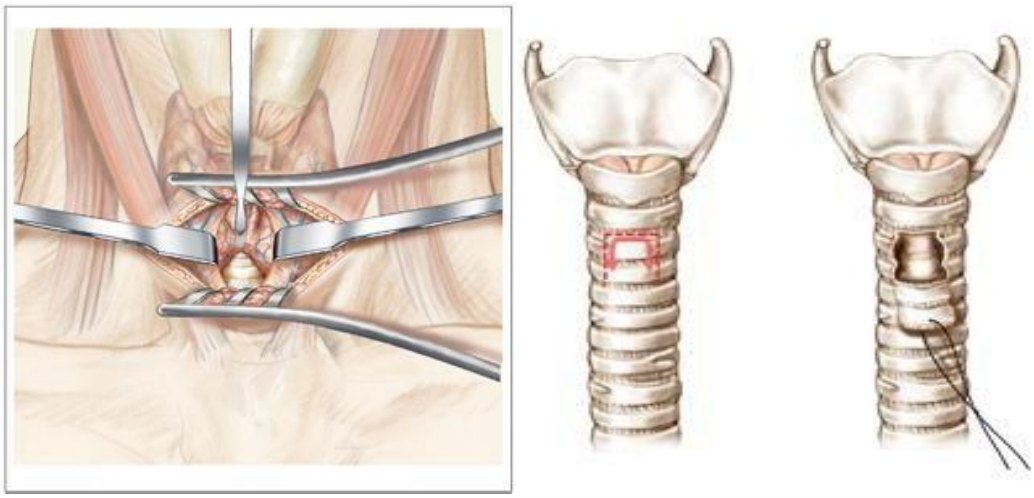


L'incision cutanée est réalisée **horizontalement**, s'étendant 3 cm – 4 cm, 2 cm **sous le cartilage cricoïde**.

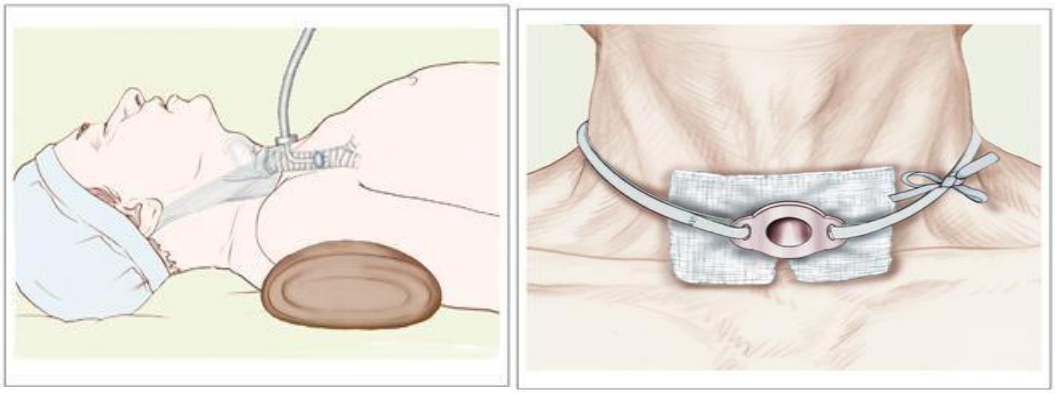


Les muscles parathyroïdiens sont écartés verticalement le long de la ligne médiane pour éviter les saignements puis rétractés latéralement. **L'accès trachéal est réalisé horizontalement aux niveaux C2-C3 ou C3-C4 jusqu'à la membrane postérieure** :





L'ouverture de la trachée ne sera réalisée qu'après préparation de la canule de trachéotomie choisie sur la table d'opération. **Le patient sera pré-ventilé à l'oxygène pur, puis la canule endotrachéale sera retirée et la canule de trachéotomie insérée.** Le ballonnet est gonflé et **une radiographie thoracique est systématiquement réalisée à la fin de l'intervention.**



ii. La trachéotomie percutanée :

Tout d'abord, le **niveau de ponction trachéale** (entre le 1 et le 2ème anneau ou entre le 2ème et le 3ème anneau trachéal, correspondant habituellement à deux travers de doigt au-dessus de la fourchette sternale ou

encore **à 1 cm sous le cartilage cricoïde**) est **repéré par palpation ou au mieux à l'aide d'un fibroscope bronchique par transillumination**.

Une fois le niveau de ponction repéré, **la sonde d'intubation est retirée au-dessus de ce niveau**, et **la trachée est abordée perpendiculairement avec une aiguille** creuse montée sur un mandrin liquide, **le reflux d'air dans la seringue signalant la bonne position de l'aiguille**.

Ensuite, **un guide métallique souple est inséré dans la trachée en direction de la carène sur laquelle on fait glisser des dilatateurs** (ou bougies) **de calibres croissants afin de dilater progressivement l'orifice de ponction**.

Enfin, **une canule de trachéotomie est introduite dans la trachée à l'aide d'un des derniers dilatateurs (82)**.

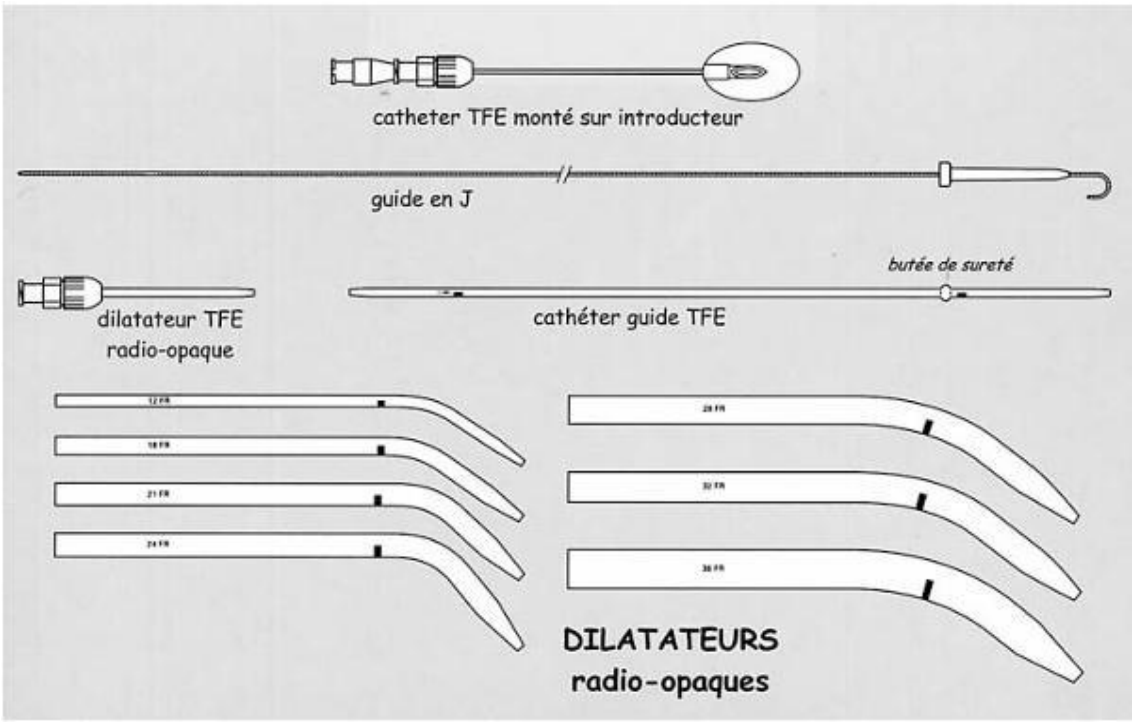
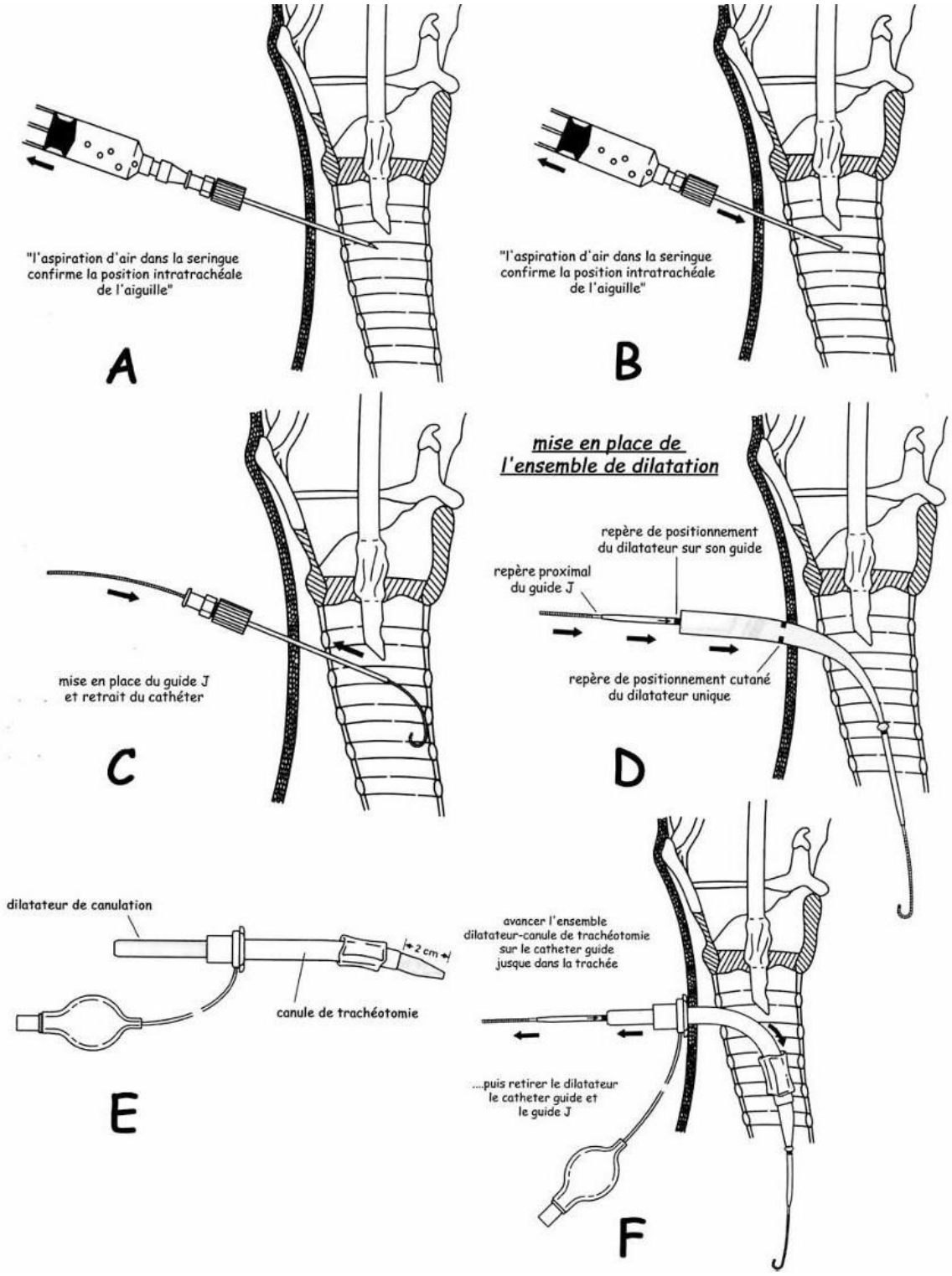


Figure 31:Kit de trachéotomie percutanée


"l'aspiration d'air dans la seringue confirme la position intratrachéale de l'aiguille"
A
"l'aspiration d'air dans la seringue confirme la position intratrachéale de l'aiguille"
B
mise en place du guide J et retrait du cathéter
C
mise en place de l'ensemble de dilatation
repère de positionnement du dilatateur sur son guide
repère proximal du guide J
repère de positionnement cutané du dilatateur unique
D
dilatateur de canulation
2 cm
canule de trachéotomie
E
avancer l'ensemble dilatateur-canule de trachéotomie sur le catheter guide jusque dans la trachée
....puis retirer le dilatateur le catheter guide et le guide J
F

Les lignes directrices recommandent la trachéotomie percutanée au chevet du patient comme méthode standard car cette technique est associée à une durée d'opération plus courte et à une réduction de l'incidence de l'infection et de l'inflammation de la stomie (83).

Dans notre étude, tous les patients ont bénéficié de la technique chirurgicale, vu la non disponibilité du kit de trachéotomie percutanée.

4. Décanulation ou trachéotomie prolongée :

Chez les patients atteints de traumatisme crânien, la gestion de la trachéotomie nécessite une évaluation approfondie pour déterminer si une décanulation est possible ou si la trachéotomie doit être maintenue de manière prolongée. **Ainsi, une décanulation rapide et sûre de la trachéotomie améliore les résultats et facilite le processus de rétablissement (84)**.

Dans une revue systématique de la littérature, Les facteurs prédictifs d'une décanulation réussie chez les patients atteints de lésions cérébrales acquises (LCA) comprenaient un état neurologique élevé, des lésions cérébrales traumatiques plutôt qu'un accident vasculaire cérébral ou des lésions cérébrales anoxiques, un âge plus jeune, une déglutition efficace, une toux efficace et l'absence d'infections pulmonaires. Les facteurs prédictifs secondaires comprenaient une trachéotomie précoce, des lésions sus-tentorielles, l'absence de polyneuropathie/myopathie grave et l'absence de lésions trachéales (85).

Concernant les patients non décanulables, le délai entre le geste et la sortie de réanimation avec la canule de trachéotomie en place a tendance à se

réduire au fil du temps. Il est en fonction de la maîtrise des soins par l'entourage ou par les services de soins conventionnels (82).

Dans notre étude, la décanulation a été réalisée chez les patients préalablement sevrés de la ventilation mécanique, présentant un bon réflexe de toux permettant une expectoration efficace, ainsi qu'un bon réflexe de déglutition. Un seul patient est sorti avec sa canule de trachéotomie de type PVC sans ballonnet, avec un suivi en ORL pour sevrage de la canule de trachéotomie, le patient a été décanulé avec succès 4 mois après sa sortie.

5. Gestion post réanimation des patients trachéotomisés :

Les conditions permettant la décanulation ne sont pas toujours réunies lors du séjour en réanimation. Pourtant, la majorité de ces patients ne présente plus d'indication à occuper un lit de réanimation. La gestion de l'hospitalisation d'aval d'un patient trachéotomisé peut alors s'avérer difficile. Les capacités d'aval sont très variables selon la localisation géographique et selon la charge en soins nécessaire. Le transfert vers une unité de sevrage et de réadaptation post-réanimation (SRPR) permet une accélération du processus de sevrage, une sortie plus précoce, et une diminution de la morbidité liée au long séjour en réanimation (86). Malheureusement, ces unités de sevrage ne sont pas encore établies au Maroc.

LIMITES DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de cette thèse, plusieurs limites doivent être considérées afin d'assurer une interprétation rigoureuse des résultats.

En premier lieu, la taille de l'échantillon ainsi que la durée de suivi pourraient limiter la capacité à détecter des différences significatives ou à observer des tendances à long terme.

De plus, l'absence d'un protocole standardisé pour le sevrage ventilatoire dans les diverses unités de soins intensifs pourrait introduire des biais notables, rendant complexe la comparaison des résultats entre études.

Par ailleurs, l'absence d'un suivi post-sevrage à long terme restreint l'évaluation de l'impact du sevrage sur la récupération neurologique et fonctionnelle.

La gravité des patients lors de leur admission en réanimation ainsi que l'étiologie de leur lésion cérébrale constituent des variables déterminantes. Les anomalies structurelles étant hétérogènes, leurs conséquences sur les fonctions neurologiques ne sont pas aisément comparables. Il convient également de noter que cette étude a inclus à la fois des patients traumatisés crâniens et des cérébrolésés dans les comparaisons, en raison d'un manque d'études spécifiques aux traumatisés crâniens.

Un autre aspect essentiel réside dans l'utilisation de l'échelle de Glasgow, qui bien que pratique et largement répandue, présente un manque de reproductibilité. Il serait pertinent d'envisager l'emploi d'échelles plus adaptées à la neuro réanimation, en particulier pour les patients présentant un état de conscience minimale.

Il convient de ne pas négliger les différences dans les systèmes de santé, les pratiques médicales et les ressources disponibles entre différents pays ou régions peuvent limiter la transférabilité des résultats obtenus dans une étude spécifique à d'autres contextes

Ces limites méthodologiques et cliniques doivent être soigneusement considérées pour guider les recherches futures et affiner les recommandations concernant la prise en charge des patients souffrant de traumatismes crâniens nécessitant un sevrage ventilatoire.

CONCLUSION

Le sevrage respiratoire chez les traumatisés crâniens constitue un défi majeur en raison des multiples interactions entre l'état neurologique et la fonction respiratoire. Cette étude, à travers une analyse détaillée des aspects épidémiologiques, cliniques, radiologiques et thérapeutiques, a permis d'apporter des clarifications pertinentes sur les déterminants du succès et de l'échec du sevrage ventilatoire dans cette population spécifique.

Nos résultats soulignent l'importance d'une évaluation multidimensionnelle intégrant des paramètres neurologiques, biologiques et respiratoires pour guider la prise de décision. La sédation et sa gestion progressive se sont révélées déterminantes dans la préparation au sevrage, tandis que les complications liées à la ventilation mécanique, telles que les pneumopathies acquises sous ventilation, imposent une surveillance rigoureuse et un traitement adapté.

L'épreuve de ventilation spontanée (EVS) s'est confirmée comme un outil incontournable pour évaluer la capacité de sevrage. Par ailleurs, la trachéotomie précoce s'est avérée bénéfique chez certains patients présentant une difficulté de sevrage.

L'extubation représente une étape clé dans le processus de sevrage respiratoire. Chez les traumatisés crâniens, elle nécessite une évaluation minutieuse de l'état neurologique, ainsi que des réflexes protecteurs comme la toux et la déglutition. Cependant, la gestion des échecs d'extubation nécessite une prise en charge rapide et multidisciplinaire pour limiter les conséquences neurologiques et respiratoires.

En conclusion, cette étude met en évidence la nécessité d'une approche individualisée et protocolaire pour le sevrage respiratoire chez les traumatisés crâniens. L'élaboration de protocoles standardisés constitue un levier essentiel pour améliorer les taux de succès et réduire les complications. Des études complémentaires sont toutefois nécessaires pour affiner les critères prédictifs et optimiser les stratégies de sevrage ventilatoire dans cette population vulnérable.

RÉSUMÉS

Introduction : En réanimation, la période de sevrage de la ventilation mécanique et d'extubation constitue une étape critique marquée par un risque élevé de complications et d'échec. Ce défi est encore plus prononcé chez les patients cérébrolésés, qui nécessitent souvent une ventilation prolongée et un sevrage complexe. Malgré l'importance de cette problématique, les recommandations existantes excluent généralement cette population, laissant un vide dans les pratiques standardisées. L'objectif de cette étude est d'analyser les pratiques actuelles de sevrage ventilatoire chez les patients en réanimation, en particulier les traumatisés crâniens afin d'améliorer leur prise en charge ventilatoire, et réduire les complications liées à l'échec d'extubation.

Patients et Méthodes : Il s'agit d'une étude rétrospective au sein du service de réanimation polyvalente A1 du CHU Hassan II de Fès, sur une période de 17 mois, s'étendant du 1er janvier 2023 au 1er juin 2024. Quarante-quatre patients présentant un traumatisme crânien ont été inclus dans l'analyse. Les patients sélectionnés avaient bénéficié d'une ventilation mécanique invasive d'une durée minimale de 48 heures et avaient fait l'objet d'au moins une tentative de sevrage ventilatoire durant leur hospitalisation.

Résultats : La cohorte comprenait des patients d'un âge moyen de 44,29 ans, dont 40,92 % présentaient un traumatisme crânien grave, majoritairement causé par un accident de la voie publique (77,2 %). La durée de ventilation mécanique variait de 3 à 50 jours, avec une moyenne de 12,9 jours. Une pneumopathie acquise sous ventilation mécanique (PAVM) a été enregistrée chez 31 patients (70,45 %). Pour l'épreuve de ventilation spontanée, on a

utilisé l'aide inspiratoire (AI) chez 22,7 % des patients et le tube en T (TET) chez 77,3 %. Le sevrage a été réussi chez 54,5 % des patients dès la première tentative. La trachéotomie a été pratiquée dans 40,9 % des cas, dont 66,67 % de manière précoce. L'extubation a été réalisée avec succès chez 76 % des patients après une ou plusieurs tentatives, mais un échec d'extubation est survenu chez 24 % des patients, avec un délai variant entre 24 et 96 heures. Les causes d'échec étaient principalement respiratoires (83,34 %), suivies de causes neurologiques (16,67 %). Une PAVM est survenue chez 19,3 % des patients après un échec d'extubation. L'évolution globale a montré un taux de mortalité de 34,09 %.

Conclusion : Les données chiffrées issues de cette étude sont spécifiques au service de réanimation polyvalente A1 du CHU Hassan II de Fès et nécessitent d'être validées par d'autres études. Ce travail pourrait servir de fondement à une réflexion approfondie sur l'organisation du sevrage ventilatoire chez les patients traumatisés crâniens.

Summary

Introduction: In intensive care, the weaning period from mechanical ventilation and extubation represents a critical phase marked by a high risk of complications and failure. This challenge is even more pronounced in brain-injured patients, who often require prolonged ventilation and a complex weaning process. Despite the significance of this issue, existing guidelines generally exclude this population, leaving a gap in standardized practices. The objective of this study is to analyze current ventilatory weaning practices in intensive care patients, particularly those with traumatic brain injuries, to improve ventilatory management and reduce complications related to extubation failure.

Patients and Methods: This is a retrospective study conducted in the polyvalent intensive care unit A1 of CHU Hassan II in Fez over a 17-month period, from January 1, 2023, to June 1, 2024. Forty-four patients with traumatic brain injury were included in the analysis. The selected patients had undergone invasive mechanical ventilation for a minimum duration of 48 hours and had at least one weaning attempt during their hospitalization.

Results: The cohort included patients with a mean age of 44.29 years, 40.92% of whom had severe traumatic brain injury, mainly caused by road traffic accidents (77.2%). The duration of mechanical ventilation ranged from 3 to 50 days, with an average of 12.9 days. Ventilator-associated pneumonia (VAP) was recorded in 31 patients (70.45%). For the spontaneous breathing trial, inspiratory support (IS) was used in 22.7% of patients, while the T-piece trial (TPT) was used in 77.3%. Weaning was successful on the first attempt in

54.5% of cases. Tracheostomy was performed in 40.9% of cases, of which 66.67% were early tracheostomies. Successful extubation was achieved in 76% of patients after one or more attempts, but extubation failure occurred in 24% of cases, with a delay ranging from 24 to 96 hours. The primary causes of extubation failure were respiratory (83.34%), followed by neurological causes (16.67%). VAP occurred in 19.3% of patients after extubation failure. The overall mortality rate was 34.09%.

Conclusion: The numerical data from this study are specific to the polyvalent intensive care unit A1 of CHU Hassan II in Fez and need to be validated by further studies. This work could serve as a foundation for a deeper reflection on the organization of ventilatory weaning in patients with traumatic brain injury

ملخص

في العناية المركزة، يعتبر الفصام من التنفس الصناعي الميكانيكي مرحلة حرجة تتسم بارتفاع
خطر حدوث مضاعفات. ويكون هذا التحدي أكثر وضوحا عند المرضى الذين يعانون من تلف في الدماغ، والذين غالبًا ما يحتاجون إلى تنفس صناعي مطول وفطام معقد. على الرغم من أهمية هذه
المسألة، إلا أن التوصيات الحالية تستثني عمومًا هذه الفئة من المرضى. تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الممارسات الحالية للفصام التنفسي لدى مرضى العناية المركزة، وخاصة مرضى إصابات الرأس، من
أجل تحسين إدارة التنفس الصناعي لديهم والحد من المضاعفات المرتبطة بفشل التنبيب.

كانت هذه دراسة استعادية في وحدة العناية المركزة **A1** في مستشفى الحسن الثاني الجامعي
بفاس، على مدى 17 شهرًا من 1 يناير 2023 إلى 1 يونيو 2024. شمل البحث أربعة وأربعين
مريضًا مصابًا بإصابات في الرأس. كان المرضى الذين تم اختيارهم قد خضعوا للتنفس الاصطناعي
الميكانيكي الجراحي لمدة 48 ساعة على الأقل وخضعوا لمحاولة واحدة على الأقل للفطام التنفسي خلال فترة استشفائهم.

ضمت المجموعة مرضى يبلغ متوسط أعمارهم 44.29 عامًا، 40.92% منهم عانوا من
إصابة شديدة في الرأس، معظمهم بسبب حادث سير (77.2%). تراوحت مدة التنفس الصناعي
الميكانيكي من 3 إلى 50 يومًا، بمتوسط 12.9 يومًا.
تم تسجيل مرض الرئة المرتبط بجهاز التنفس الصناعي لدى 31 مريضًا (70.45%). بالنسبة لاختبار
التهوية التلقائية، تم استخدام مساعد الشهيق لدى 22.7% من المرضى وأنبوب التنفس التلقائي لدى
77.3% من المرضى. نجح الفطام في 54.5% من المرضى في المحاولة الأولى. تم إجراء فغر
القصبة الهوائية في 40.9% من الحالات، 66.67% منها في وقت مبكر. نجحت عملية نزع الأنبوب في 76% من المرضى بعد محاولة واحدة أو أكثر، ولكن فشل نزع التنبيب لدى 24% من المرضى، مع تأخير يتراوح بين 24 و96 ساعة. كانت الأسباب الرئيسية للفشل هي أسباب تنفسية (83.34%)، تليها العصبية (16.67%). أظهرت النتيجة الإجمالية معدل وفيات بنسبة 34.09%.

الأرقام المستخلصة من هذ الدراسة خاصة بوحدة العناية المركزة **A1** للمستشفى الجامعي ه

الحسن الثاني بفاس، وتحتاج إلى التحقق من صحتها من خلال دراسات أخرى. يمكن أن يكون هذا العمل بمثابة أساس لمزيد من التفكير في تنظيم الفصام التنفسي لدى مرضى إصابات الرأس.

BIBLIOGRAPHIE

1-Chacón-Aponte AA, Durán-Vargas, Arévalo-Carrillo JA, Lozada-Martínez ID, Bolaño-Romero MP, Moscote-Salazar LR, Grille P, Janjua T. Brain-lung interaction: a vicious cycle in traumatic brain injury. Acute Crit Care. 2022;37(1):35-44. doi: 10.4266/acc.2021.01193

2-Mrozek S, Geeraerts T. INTERACTION CERVEAU-POUMON. EM consulte. [En ligne]. [cité le 3 janvier 2025]. Disponible sur : https://www.em-consulte.com/article/734568/article/interaction-cerveau-poumon

3-Koutsoukou A, Katsiari M, Orfanos SE, Kotanidou A, Daganou M, Kyriakopoulou M, Koulouris NG, Rovina N. Respiratory mechanics in brain injury: A review. World J Crit Care Med. 2016 Feb 4;5(1):65-73. doi: 10.5492/wjccm.v5.i1.65. PMID: 26855895; PMCID: PMC4733457.

4-Ziaka, M., Exadaktylos, A. Physiopathologie des lésions pulmonaires aiguës chez les patients atteints de lésions cérébrales aiguës : l'hypothèse du triple coup. *Crit Care* 28 , 71 (2024). https://doi.org/10.1186/s13054-024-04855-w

5-Li C, Chen W, Lin F, Li W, Wang P, Liao G, Zhang L. Functional Two-Way Crosstalk Between Brain and Lung: The Brain-Lung Axis. Cell Mol Neurobiol. 2023 Apr;43(3):991-1003. doi: 10.1007/s10571-022-01238-z. Epub 2022 Jun 9. PMID: 35678887; PMCID: PMC9178545

6-Al-Dhahir, Mohammed and Das, Joe and Sharma, Sandeep,Neurogenic Pulmonary Edema,2020.

7-Roquilly A, Cinotti R, Jaber S, Vourc'h M, Pengam F, Mahe PJ, Lakhal K, Demeure Dit Latte D, Rondeau N, Loutrel O et al: Implementation of an evidence based extubation readiness bundle in 499 brain-injured patients. a before-after evaluation of a quality improvement project. American journal of respiratory and critical care medicine 2013, 188(8):958-966.

8- Beduneau G, Pham T, Schortgen F, et al. Épidémiologie du sevrage selon une nouvelle définition. L'étude WIND. Am J Respir Crit Care Med. 2016. https://doi.org/10.1164/rccm.201602-0320oc .

9-Asehnoune, K., Rooze, P., Robba, C. *et al.* Ventilation mécanique chez les patients atteints de lésions cérébrales aiguës : revue systématique avec méta-analyse. *Crit Care* 27 , 221 (2023). https://doi.org/10.1186/s13054-023-04509-3

10-Cinotti R, Taran S, Stevens RD. Réglage du respirateur en cas de lésion cérébrale aiguë. Intensive Care Med . 2024;50:1513-1515. doi: 10.1007/s00134-024-07476-7.

11-Andrea Bruni, Mechanical ventilation in brain injured patients: seeing the forest for the trees, doi: 10.21037/jtd.2017.08.149

12-Luo XY, He X, Zhou YM, Wang YM, Chen JR, Chen GQ, et al. Asynchronie patient-ventilateur chez les patients atteints de lésions cérébrales aiguës : une

étude observationnelle prospective. Ann Intensive Care . 2020;10:144. doi: 10.1186/s13613-020-00763-8.

13- Nemer SN, Caldeira JB, Santos RG, et al. Effets de la pression expiratoire positive sur la pression d'oxygène du tissu cérébral des patients atteints de traumatisme crânien grave et de syndrome de détresse respiratoire aiguë : une étude pilote. J Crit Care. 2015 ; 30 : 1263-6. https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.07.019

14- Alizée Facchini-Peter. Caractéristiques des pneumopathies chez le traumatisé crânien grave. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03121657g

15- Battaglini, D., Parodi, L., Cinotti, R. *et al.* Pneumonie sous ventilation assistée chez les patients neurocritiques : aperçu de l'étude observationnelle prospective internationale ENIO. *Respir Res* 24 , 146 (2023). https://doi.org/10.1186/s12931-023-02456-9

16- Robba C, Rebora P, Banzato E, Wiegers EJA, Stocchetti N, Menon DK, Citerio G; Collaborative European NeuroTrauma Effectiveness Research in Traumatic Brain Injury Participants and Investigators. Incidence, Risk Factors, and Effects on Outcome of Ventilator-Associated Pneumonia in Patients With Traumatic Brain Injury: Analysis of a Large, Multicenter, Prospective, Observational Longitudinal Study. Chest. 2020 Dec;158(6):2292-2303. doi: 10.1016/j.chest.2020.06.064. Epub 2020 Jul 4. PMID: 32634435.

17- Stevens RD, Dowdy DW, Michaels RK, Mendez-Tellez PA, Pronovost PJ, Needham DM. Neuromuscular dysfunction acquired in critical illness: a systematic review. Intensive Care Med 2007;33:1876-91.

18- De Jonghe B. Neuromuscular abnormalities acquired in the intensive care unit. Intensive Care Medicine. [En ligne].

19- De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Sharshar T, Outin H, Brochard L. Does ICU acquired paresis lengthen weaning from mechanical ventilation? Intensive Care Med 2004;30:1117-21

20- Garnacho-Montero J, Amaya-Villar R, Garcia-Garmendia JL, Madrazo-Osuna J, Ortiz-Leyba C. Effect of critical illness polyneuropathy on the withdrawal from mechanical ventilation and the length of stay in septic patients. Crit Care Med 2005;33: 349-54

21- Sharshar T, Bastuji-Garin S, Stevens RD, Durand MC, Malissin I, Rodriguez P, . Presence and severity of intensive care unit-acquired paresis at time of awakening are associated with increased intensive care unit and hospital mortality. Crit Care Med 2009;37: 3047-53

22- Ali NA, O'Brien JM, Jr., Hoffmann SP, Phillips G, Garland A, Finley JC, et al. Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. Am J Respir Crit Care Med 2008;178: 261-8

23- Peñuelas O, Muriel A, Frutos-Vivar F, et al. Prédiction et résultat de la parésie acquise en unité de soins intensifs. Journal of Intensive Care Medicine . 2018;33(1):16-28. doi: 10.1177/0885066616643529

24-J.R. Beitler , A. Malhotra , B.T. Thompson,Lésion pulmonaire induite par un respirateur,Clin Chest Med , 37 (4) (2016) , pp. 633 - 646

25-Gattinoni, L., Collino, F. & Camporota, L. Ventilator induced lung injury: a case for a larger umbrella?. Intensive Care Med 50, 275–278 (2024).

26- Gajic O, Dara SI, Mendez JL, Adesanya AO, Festic E, Caples SM, Rana R, St Sauver JL, Lymp JF, Afessa B, Hubmayr RD. Lésion pulmonaire associée à la ventilation mécanique chez les patients sans lésion pulmonaire aiguë au début de la ventilation mécanique. Crit Care Med. 2004 sept. ; 32 (9) : 1817-24.

27- International consensus conferences in intensive care medicine: Ventilator-associated Lung Injury in ARDS. This official conference report was cosponsored by the American Thoracic Society, The European Society of Intensive Care Medicine, and The Societé de Réanimation de Langue Française, and was approved by the ATS Board of Directors, July 1999. Am J Respir Crit Care Med. 1999 Dec;160(6):2118-24. doi: 10.1164/ajrccm.160.6.ats16060. PMID: 10588637.

28-AK AK, Anjum F. Lésion pulmonaire induite par le respirateur (VILI). Dans : StatPearls. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL) ; 2023. PMID : 33085391.

29-Stephan von Düring, Ken Kuljit S. Parhar, Neill K.J. Adhikari, Martin Urner, S. Joseph Kim, Laveena Munshi, Kuan Liu, Eddy FanUnderstanding ventilator-induced lung injury: The role of mechanical power,Journal of Critical Care,Volume 85,2025,154902,ISSN 0883-9441, https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2024.154902.

30- Brower, Roy G., et al. "Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome." *N Engl J Med* 342.18 (2000): 1301-1308.

31- Karabinis A, Mandragos K, Stergiopoulos S, Komnos A, Soukup J, Speelberg B, Kirkham AJ. Safety and efficacy of analgesia-based sedation with remifentanil versus standard hypnotic-based regimens in intensive care unit patients with brain injuries: a randomised, controlled trial [ISRCTN50308308]. Crit Care. 2004 Aug;8(4):R268-80. doi: 10.1186/cc2896. Epub 2004 Jun 28. PMID: 15312228; PMCID: PMC522854.

32- Carney N, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Hawryluk GW, Bell MJ, et al. Lignes directrices pour la prise en charge des traumatismes crâniens graves, quatrième édition. Neurochirurgie. 2017 ; 80 : 6-15. doi : 10.1227.

33- Oddo M, Crippa IA, Mehta S, Menon D, Payen JF, Taccone FS, Citerio G. Optimizing sedation in patients with acute brain injury. Crit Care. 2016 May 5;20(1):128. doi: 10.1186/s13054-016-1294-5. PMID: 27145814; PMCID: PMC4857238.

34- Choo YH, Seo Y, Oh HJ. Deep Sedation in Traumatic Brain Injury Patients. Korean J Neurotrauma. 2023 May 31;19(2):185-194. doi: 10.13004/kjnt.2023.19.e19. PMID: 37431376; PMCID: PMC10329893.

35- Helbok R, Kurtz P, Schmidt MJ, Stuart MR, Fernandez L, Connolly SE, et al. Effects of the neurological wake-up test on clinical examination, intracranial

pressure, brain metabolism and brain tissue oxygenation in severely brain-injured patients. Crit Care 2012;16(6):R226.

36- Egerod I, Jensen MB, Herling SF, Welling KL. Effect of an analgo-sedation protocol for neurointensive patients: a two-phase interventional non-randomized pilot study. Crit Care 2010;14(2):R71.

37- Krahne D, Heymann A, Spies C. How to monitor delirium in the ICU and why it is important. Clinl Effect Nurs. 2006;9:e269-79.

38 -Jean-François Payen,Sédation et désédation en réanimation, MAPAR

39- AXUS Marina, Intérêt de la Dexmédétomidine pour le sevrage de la ventilation mécanique chez les patients cérébrolésés agités en réanimation à la phase d'arrêt des sédations, 2017

40- Soltani F, Tabatabaei S, Jannatmakan F, Nasajian N, Amiri F, Darkhor R, Moravej M. Comparison of the Effects of Haloperidol and Dexmedetomidine on Delirium and Agitation in Patients with a Traumatic Brain Injury Admitted to the Intensive Care Unit. Anesth Pain Med. 2021 Jul 27;11(3):e113802. doi: 10.5812/aapm.113802. PMID: 34540634; PMCID: PMC8438711.

41- Boles, J.-M. et al. Weaning from mechanical ventilation. Eur. Respir. J. 29, 1033-1056 (2007).

42- Blackwood, B. et al. Use of weaning protocols for reducing duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients: Cochrane systematic review and meta-analysis. BMJ 342, c7237 (2011).

43- Blackwood B, Burns KE, Cardwell CR, O'Halloran P. Protocolized versus non-protocolized weaning for reducing the duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients. Cochrane Database Syst Rev. 2014 Nov 6;2014(11):CD006904. doi: 10.1002/14651858.CD006904.pub3. PMID: 25375085; PMCID: PMC6517015.

44- King, C. S., Moores, L. K. & Epstein, S. K. Should patients be able to follow commands prior to extubation? Respir. Care 55, 56–65

45- Navalesi, P. et al. Rate of reintubation in mechanically ventilated neurosurgical and neurologic patients: evaluation of a systematic approach to weaning and extubation. Crit. Care Med. 36, 2986–2992 (2008).

46- Sevrage de la ventilation mécanique (à l'exclusion du nouveau-né et du réveil d'anesthésie) (CC 2001) XXIème conférence de consensus de la SRLF

47- Leili Yekefallah ,Trauma Monthly Spontaneous Breathing Trial with Pressure Support-Ventilation versus "T-Tube" for Head Trauma Patient: A Randomized Controlled Clinical Trial, January 2020.DOI:10.30491/TM.2021.228558.1105

48- McConville JF, Kress JP: Weaning patients from the ventilator. The New England journal of medicine 2012, 367(23):2233-2239.

49- Coplin WM, Pierson DJ, Cooley KD, Newell DW, Rubenfeld GD: Implications of extubation delay in brain-injured patients meeting standard weaning criteria. American journal of respiratory and critical care medicine 2000, 161(5):1530-1536.

50- Manno EM, Rabinstein AA, Wijdicks EF, Brown AW, Freeman WD, Lee VH, Weigand SD, Keegan MT, Brown DR, Whalen FX et al: A prospective trial of elective extubation in brain injured patients meeting extubation criteria for ventilatory support: a feasibility study. Crit Care 2008, 12(6):R138.

51- Namen AM, Ely EW, Tatter SB, Case LD, Lucia MA, Smith A, Landry S, Wilson JA, Glazier SS, Branch CL et al: Predictors of successful extubation in neurosurgical patients. American journal of respiratory and critical care medicine 2001, 163(3 Pt 1):658-664.

52- Godet T, Chabanne R, Marin J, Kauffmann S, Futier E, Pereira B, Constantin JM: Extubation Failure in Brain-injured Patients: Risk Factors and Development of a Prediction Score in a Preliminary Prospective Cohort Study. Anesthesiology 2017, 126(1):104-114

53- Laureys S, Bodart O, Gosseries O. The Glasgow Coma Scale: time for critical reappraisal? Lancet Neurol. 2014 Aug;13(8):755-7. doi:10.1016/S1474-4422(14)70152-8. PMID: 25030507.

54- Boly M, Faymonville ME, Schnakers C, et al. Perception of pain in the minimally conscious state with PET activation: an observational study. Lancet Neurol 2008; 7: 1013-20.

55-Weiss N, Mutlu G, Essardy F, Nacabal C, Sauves C, Bally C, Houbert M, Lecorre C, Germack V, Demeret S, Pierrot-Deseilligny C, Bolgert F. Le FOUR score en français, un nouveau score d'évaluation de la profondeur du coma. Révérend Neurol (Paris). 2009 octobre ; 165(10) : 796-802. Français. est ce que je: 10.1016/j.neurol.2009.01.045. Publication en ligne du 17 mars 2009. PMID : 19296997

56-Iyer VN, Mandrekar JN, Danielson RD, Zubkov AY, Elmer JL, Wijdicks EF. Validity of the FOUR score coma scale in the medical intensive care unit. Mayo Clin Proc. 2009 Aug;84(8):694-701. doi: 10.4065/84.8.694. PMID: 19648386; PMCID: PMC2719522.

57-N. Weiss, G. Mutlu, F. Essardy, C. Nacabal, C. Sauves, C. Bally, M. Houbert, C. Lecorre, V. Germack, S. Demeret, C. Pierrot-Deseilligny, F. Bolgert.Le FOUR score en français, un nouveau score d'évaluation de la profondeur du coma,Revue Neurologique, Volume 165, Issue 10,2009,Pages 796-802,ISSN 0035-3787, https://doi.org/10.1016/j.neurol.2009.01.045.

58- Said T, Chaari A, Hakim KA, Hamama D, Casey WF. Usefulness of full outline of unresponsiveness score to predict extubation failure in intubated critically-ill patients: A pilot study. Int J Crit Illn Inj Sci. 2016 Oct-Dec;6(4):172-177. doi: 10.4103/2229-5151.195401. PMID: 28149821; PMCID: PMC5225759.

59- Bodien YG, Carlowicz CA, Chatelle C, Giacino JT. Sensitivity and Specificity of the Coma Recovery Scale--Revised Total Score in Detection of Conscious Awareness. Arch Phys Med Rehabil. 2016 Mar;97(3):490-492.e1. doi: 10.1016/j.apmr.2015.08.422. Epub 2015 Sep 3. PMID: 26342571; PMCID: PMC5018674.

60-C Schnakers, S Majerus, S Laureys,Diagnostic et évaluation des états de conscience altérée,Réanimation,Volume 13, Issue 5,2004,Pages 368-375,ISSN 1624-0693,
https://doi.org/10.1016/j.reaurg.2004.03.019.

61- Asehnoune K, Seguin P, Lasocki S, Roquilly A, Delater A, Gros A, Denou F, Mahé PJ, Nesseler N, Demeure-Dit-Latte D, Launey Y, Lakhal K, Rozec B, Mallédant Y, Sébille V, Jaber S, Le Thuaut A, Feuillet F, Cinotti R; ATLANREA group. Extubation Success Prediction in a Multicentric Cohort of Patients with Severe Brain Injury. Anesthesiology. 2017 Aug;127(2):338-346. doi: 10.1097/ALN.0000000000001725. PMID: 28640020.

62- Godet T, Chabanne R, Constantin JM. Decision to Extubate Brain-injured Patients: Limiting Uncertainty in Neurocritical Care. Anesthesiology. 2017 Aug;127(2):217-219. doi: 10.1097/ALN.0000000000001726. PMID: 28640018.

63- Cinotti R, Pelosi P, Schultz MJ, Aikaterini I, Alvarez P, Badenes R, Mc Credie V, Elbuzidi AS, Elhadi M, Godoy DA, Gurjar M, Haenggi M, Kaye C, Mijangos-

Méndez JC, Piagnerelli M, Piracchio R, Reza ST, Stevens RD, Yoshitoyo U, Asehnoune K; ENIO Study Group. Extubation strategies in neuro-intensive care unit patients and associations with outcomes: the ENIO multicentre international observational study. Ann Transl Med. 2020 Apr;8(7):503. doi: 10.21037/atm.2020.03.160. PMID: 32395547; PMCID: PMC7210208.

64- Cinotti R, Mijangos JC, Pelosi P, Haenggi M, Gurjar M, Schultz MJ, Kaye C, Godoy DA, Alvarez P, Ioakeimidou A, Ueno Y, Badenes R, Suei Elbuzidi AA, Piagnerelli M, Elhadi M, Reza ST, Azab MA, McCredie V, Stevens RD, Digitale JC, Fong N, Asehnoune K; ENIO Study Group, the PROtective VENTilation network, the European Society of Intensive Care Medicine, the Colegio Mexicano de Medicina Critica, the Atlanréa group and the Société Française d'Anesthésie-Réanimation-SFAR research network. Extubation in neurocritical care patients: the ENIO international prospective study. Intensive Care Med. 2022 Nov;48(11):1539-1550. doi: 10.1007/s00134-022-06825-8. Epub 2022 Aug 29. PMID: 36038713.

65- Biper Study. Utilisation de la trachéotomie chez les patients ayant subi un traumatisme craniocérébral [Internet]. [cité le 3 janvier 2025]. Disponible sur https://sites.google.com/view/biper-study/accueil

66- Hernández G , Vaquero C , Colinas L , Cuena R , González P , Canabal A , *et al.* Effet de la canule nasale à haut débit post-extubation par rapport à la ventilation non invasive sur la ré-intubation et l'insuffisance respiratoire post-extubation chez les patients à haut risque : un essai clinique randomisé . *JAMA* 2016 ;316 : 1 565 – 1 574.

67- Fernando SM , Tran A , Sadeghirad B , Burns KEA , Fan E , Brodie D , *et al.* Assistance respiratoire non invasive après extubation chez les adultes gravement malades : revue systématique et méta-analyse en réseau . *Intensive Care Med* 2022 ;48 : 137 – 147.

68- Robba C , Poole D , McNett M , Asehnoune K , Bösel J , Bruder N , *et al.* Ventilation mécanique chez les patients atteints de lésions cérébrales aiguës : recommandations du consensus de la Société européenne de médecine de soins intensifs . *Intensive Care Med* 2020 ;46: 2397 – 2410.

69- Taran S, Diaz-Cruz C, Perrot B, Alvarez P, Godoy DA, Gurjar M, Haenggi M, Mijangos JC, Pelosi P, Robba C, Schultz MJ, Ueno Y, Asehnoune K, Cho SM, Yarnell CJ, Cinotti R, Stevens RD. Association of Noninvasive Respiratory Support with Extubation Outcomes in Brain-injured Patients Receiving Mechanical Ventilation: A Secondary Analysis of the ENIO Prospective Observational Study. Am J Respir Crit Care Med. 2023 Aug 1;208(3):270-279. doi: 10.1164/rccm.202212-2249OC. PMID: 37192445.

70- Pirracchio R, Rabinstein AA. Postextubation Noninvasive Respiratory Support in Patients with Acute Brain Injury: Not a Panacea, but Don't Throw the Baby Out with the Bathwater! Am J Respir Crit Care Med. 2023 Aug 1;208(3):225-226. doi: 10.1164/rccm.202305-0877ED. PMID: 37311237; PMCID: PMC10395711.

71- Villemure-Poliquin,Utilisation de la trachéotomie chez les patients ayant subi un traumatisme craniocérébral.2022, Université Laval, Faculté de médecine.

72- Robba C, Galimberti S, Graziano F, Wiegers EJA, Lingsma HF, Iaquaniello C, Stocchetti N, Menon D, Citerio G; CENTER-TBI ICU Participants and Investigators. Tracheostomy practice and timing in traumatic brain-injured patients: a CENTER-TBI study. Intensive Care Med. 2020 May;46(5):983-994. doi: 10.1007/s00134-020-05935-5. Epub 2020 Feb 5. PMID: 32025780; PMCID: PMC7223805.

73- Franco-Jiménez JA, Ceja-Espinosa A, Álvarez-Vázquez L, Vaca-Ruíz MA. Associated factors for Tracheostomy in adults with severe traumatic brain injury. Score proposal. Cir Cir. 2020;88(2):200-205. English. doi: 10.24875/CIRU.19001247. PMID: 32116326.

74- Villemure-Poliquin N, Costerousse O, Lessard Bonaventure P, Audet N, Lauzier F, Moore L, Zarychanski R, Turgeon AF. Tracheostomy versus prolonged intubation in moderate to severe traumatic brain injury: a multicentre retrospective cohort study. Can J Anaesth. 2023 Sep;70(9):1516-1526. doi: 10.1007/s12630-023-02539-7. Epub 2023 Jul 28. PMID: 37505417; PMCID: PMC10447593.

75- Lu W, Wu T, Cui P, Zhang J, Sheng X, Ding Z. Timing of Tracheotomy in Patients With Severe Traumatic Brain Injury. J Craniofac Surg. 2019 Oct;30(7):2168-2170. doi: 10.1097/SCS.0000000000005721. PMID:

31274818.Lu W, Wu T, Cui P, Zhang J, Sheng X, Ding Z. Timing of Tracheotomy in Patients With Severe Traumatic Brain Injury. J Craniofac Surg. 2019 Oct;30(7):2168-2170. doi: 10.1097/SCS.0000000000005721. PMID: 31274818.

76- Nieszkowska A, Combes A, Luyt CE, Ksibi H, Trouillet JL, Gibert C, Chastre J. Impact of tracheotomy on sedative administration, sedation level, and comfort of mechanically ventilated intensive care unit patients. Crit Care Med. 2005 Nov;33(11):2527-33. doi: 10.1097/01.ccm.0000186898.58709.aa. PMID: 16276177.

77- Marra A, Vargas M, Buonanno P, Iacovazzo C, Coviello A, Servillo G. Early vs. Late Tracheostomy in Patients with Traumatic Brain Injury: Systematic Review and Meta-Analysis. J Clin Med. 2021 Jul 28;10(15):3319. doi: 10.3390/jcm10153319. PMID: 34362103; PMCID: PMC8348593.

78- Cheung NH, Napolitano LM. Tracheostomy: epidemiology, indications, timing, technique, and outcomes. Respir Care. 2014;59(6):895-915; discussion 6-9.

79- Lu Q, Xie Y, Qi X, Li X, Yang S, Wang Y. Is Early Tracheostomy Better for Severe Traumatic Brain Injury? A Meta-Analysis. World Neurosurg 2018;112:e324-e30.

80- Shibahashi K, Sugiyama K, Houda H, Takasu Y, Hamabe Y, Morita A. The effect of tracheostomy performed within 72 h after traumatic brain injury. Br J Neurosurg 2017;31(5):564-8.

81- Kleffmann J, Pahl R, Deinsberger W, Ferbert A, Roth C. Effect of percutaneous tracheostomy on intracerebral pressure and perfusion pressure in patients with acute cerebral dysfunction (TIP Trial): an observational study. Neurocrit Care. 2012;17(1):85-9.

82- Clec'h C. La trachéotomie en réanimation adulte: utile ou futile ?. Méd. Intensive. Réa. [Internet]. 6 déc. 2012 [cité 23 nov. 2024];22(Suppl. 2):473-8.

83- Trouillet, J.-L., O. Collange, F. Belafia, F. Blot, G. Capellier, E. Cesareo, J.-M. Constantin, A. Demoule, J.-L. Diehl, P.-G. Guinot, F. Jegoux, E. L'Her, C.-E. Luyt, Y. Mahjoub, J. Mayaux, H. Quintard, F. Ravat, S. Vergez, J. Amour, et M. Guillot. « Trachéotomie En réanimation : Recommandations formalisées d'experts Sous l'égide De La Société De réanimation De Langue française (SRLF) Et De La Société française d'anesthésie Et De réanimation (SFAR), En Collaboration Avec La Société française De médecine d'urgence (SFMU) Et La Société française d'otorhinolaryngologie (SFORL) ». *Médecine Intensive Réanimation*, vol. 28, nº 1, janvier 2019, p. 70-84, doi:10.3166/rea-2018-0066.

84- Enrichi C, Battel I, Zanetti C, Koch I, Ventura L, Palmer K, Meneghello F, Piccione F, Rossi S, Lazzeri M, Sommariva M, Turolla A. Clinical Criteria for Tracheostomy Decannulation in Subjects with Acquired Brain Injury. Respir

Care. 2017 Oct;62(10):1255-1263. doi: 10.4187/respcare.05470. Epub 2017 Jul 11. PMID: 28698267.

85- Gallice T, Cugy E, Branchard O, Dehail P, Moucheboeuf G. Predictive Factors for Successful Decannulation in Patients with Tracheostomies and Brain Injuries: A Systematic Review. Dysphagia. 2024 Aug;39(4):552-572. doi: 10.1007/s00455-023-10646-2. Epub 2024 Jan 8. PMID: 38189928; PMCID: PMC11239766.

86- Romain Deransy, Prise en charge des patients trachéotomisés dans l'environnement hospitalier, Le Praticien en Anesthésie Réanimation, Volume 21, Issue 5,2017,Pages 268-277,ISSN 1279-7960, https://doi.org/10.1016/j.pratan.2017.09.004.

ANNEXES

Annexe 1: Fiche d'exploitation

+Nom et Prénom : **+IP :**

+Age : **+Sexe :**

+Antécédents :

+mécanisme du traumatisme :

+ Etat neurologique à l'admission :

- GSC : -Déficit neurologique :

+Imagerie initiale :

-TDM cérébrale : -Body scanner :

+Imagerie de contrôle :

-TDM : -DTC :

+Lésions associées :

+Moment d'intubation et VA par rapport à l'admission :

+Geste chirurgical :

-oui ou non ? -si oui, quel geste ?

+Sédation :

-Durée : -produits utilisés : -arrêt de sédation à J.. de ventilation :

-reprise de sédation : -cause de reprise :

+Complications au cours de séjour en réanimation :

-PAVM :

• survenue à j d'hospitalisation : • Germes : •identifier sur PCR ou PDP :

• ATB : • Durée de TRT ATB :

-Autres type d'infections :

-SDRA :

+Période de Sevrage :

-1ere tentative :

-date : -J d'intubation :

-Etat clinique du patient avant la 1ere tentative du sevrage :

• GCS : •Déficit neurologique : •Reflexes de toux et de déglutition :

-Paramètres biologiques :

• Hb: • Na+: •k+: •Alb: •Ca+:

•urée : •creat : •bilan hépatique : •RA : •pH :

-paramètres respiratoires :

•FIO2: •PEP: •VT: •FR: •SPO2: • AI:

-Sécrétions bronchiques :

• Faible abondance • Abondantes

• Blanchâtres • Jaunâtres

-Epreuve de VS : •AI ? •Tube en T ? •Trachéotomie ?

-Issu de 1ère tentative de sevrage :

• Succès ou Echec ? • cause d'échec :

-Nombre des autres tentatives de sevrage :

•Issu des autres tentatives : -Sevrage réussi ? -Sevrage difficile ? - J d'intubation et VA

+Extubation :

-GCS : -présence de contact -réflexe de toux et de déglutition

-J d'intubation et de VA

-Succès ou Echec - cause d'échec -délai d'échec

+Trachéotomie :

-délai de trachéotomie :

-mode ventilatoire : •VACI •TET •TET avec masque

-Décanulation : • à J.. de trachéotomie : •succès ou échec ? •nombre de tentatives

+PEC post sevrage :

-VNI -OPTIFLOW -masque à O2 -kinésithérapie

+Evolution du patient :

-décès :

•cause de décès : •J..D' hospitalisation : • J..du début de sevrage :

-transfert

-sortie

Annexe 2: score MRC (Medical Research Council)

Fonctions évaluées (6 à droite et 6 à gauche)	Score attribué à chaque groupe musculaire
Abduction du bras	0 = absence de contraction visible
Flexion de l'avant-bras	1 = contraction visible sans mouvement du membre
Extension du poignet	2 = mouvement insuffisant pour vaincre la pesanteur
Flexion de cuisse	3 = mouvement permettant de vaincre la pesanteur
Extension de la jambe	4 = mouvement contre la pesanteur et contre résistance
Flexion dorsale du pied	5 = force musculaire normale

Chaque membre est coté de 0 à 15. Le score total va de 0 (tétraplégie complète) à 60 (force musculaire normale).

Annexe 3:score de Glasgow

OUVERTURE DES YEUX (4)	Spontanée	4
	Sur ordre	3
	A la douleur	2
	Aucune	1
REPONSE MOTRICE (6)	Sur ordre	6
	Chasse la douleur	5
	Retrait à la douleur	4
	Flexion stéréotypée à la douleur	3
	Extension stéréotypée à la douleur	2
	Aucune	1
REPONSE VERBALE (5)	Orientée	5
	Réponses confuses	4
	Mots inappropriés	3
	Mots incompréhensibles	2
	Aucune	1

Annexe 4: Variables du score prédictif de succès d'extubation selon l'étude ENIO

Aspirations endo-trachéales	Points
Fréquentes	23
Peu fréquentes	0
Toux	
Vigoureuse	0
Faible ou absente	38
Délai extubation (jours)	
0-1	0
>1	2
Fréquence respiratoire	
[9-18[	0
[18-41]	5
Déglutition	
Oui	0
Non	12
Score de Glasgow	
[3-12[	20
[12-15]	0

Annexe 5: Critères d'inclusion dans l'étude Biper

Pathologie cérébrale aiguë nécessitant admission en réanimation et ventilation mécanique avec intubation trachéale pour cause neurologique (score de Glasgow <13 au moment de l'intubation ou anomalie scannographique)
Age ≥à 18 ans et ≤ à 75 ans
Intubé depuis plus de 48 heures
Stabilisé sans hypertension intracrânienne et sédation minimale
Glasgow moteur <6
Réussite de l'épreuve de sevrage ventilatoire (déventilation acquise)
Absence d'extubation préalable

Annexe 6: Prérequis pour tenter une épreuve de ventilation spontanée

Readiness to wean criteria If present, the spontaneous breathing trial should be initiated	**Criteria for failure of the spontaneous breathing trial** If present, mechanical ventilation should resumed	**Extubation criteria** If present, extubation can be performed

- Resolution of the cause of mechanical ventilation
- Effective cough
- Low bronchial congestion
- State of consciousness: patient awake, not agitated
- Hemodynamic stability : heart rate < 140 beats per minute, systolic blood pressure between 90 and 160 mmHg without vasopressor
- Gas exchange
  ○ PaO_2/FiO_2 > 150 mmHg with FiO_2 < 40% and PEEP ≤ 8 cmH_2O)
  ○ RR < 35 / min.
  ○ pH > 7.35
  ○ rapid shallow breathing index (RR/V_T) ≤ 105/min/l
	Objective criteria
	Respiratory
	- Polypnea > 35/minute
	- RR/ V_T > 105 cycles/minute per litre
	- Involvement of accessory respiratory muscles
	Gas exchange
	- PaO_2 ≤ 50-60 mmHg with FiO_2 50% or SaO_2 < 90%
	- $PaCO_2$ > 50 mmHg or increase of $PaCO_2$ > 8 mmHg
	- pH < 7.32
	Hemodynamics
	- Tachycardia > 140/minute
	- Hypertension : systolic blood pressure ≥ 180 mmHg
	
	Subjective criteria for failure
	Respiratory
	- Signs of respiratory distress
	- Visible increased accessory muscle activity
	Neurological
	- Agitation and anxiety
		SBT success
		Adequate swallowing
		Effective cough
		GCS >10
		Negative fluid balance

RR, respiratory rate; V_T, tidal volume; PEEP, positive end expiratory pressure; PaO_2, partial pressure of oxygen; $PaCO_2$, partial pressure of carbon dioxide; FiO_2, inspired fraction of oxygen; SBT spontaneous breathing trial; GCS, Glasgow Coma Scale.

كلية الطب والصيدلة وطب الأسنان
ⵜⴰⵙⴷⴰⵡⵉⵜ ⵏ ⵙⵉⴷⵉ ⵎⵓⵃⵎⵎⴷ ⴱⵏ ⵄⴱⴷⵍⵍⴰⵀ ⵏ ⴼⴰⵙ
FACULTÉ DE MÉDECINE, DE PHARMACIE ET DE MÉDECINE DENTAIRE

جامعة سيدي محمد بن عبد الله - فاس
UNIVERSITÉ SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH DE FES

أطروحة رقم 25/053

سنــــة 2025

الفصال عن التهوية الميكانيكية عند المصابين برضح قحفي

(بصدد 44 حالة)

الأطروحة

قدمت و نوقشت علانية يوم 2025/02/07

من طرف

السيدة شريفي نزهة

المزدادة في 02 أبريل 1998 بفاس

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات المفتاحية

التهوية الميكانيكية - الفطام عن التهوية الميكانيكية - إزالة التنبيب الرغامي - فتح القصبة الهوائية

اللجنة

السيد ختوف محمد .... **الرئيس**

أستاذ في التخذير والإنعاش

السيد بشري ابراهيم .... **المشرف**

أستاذ في التخذير والإنعاش

السيد سحيمي عبد الكريم ....

أستاذ في التخذير والإنعاش

السيد الدرقاوي علي .... **أعضاء**

أستاذ في التخذير والإنعاش

السيد هواري نوفل ....

أستاذ في التخذير والإنعاش