



Neuropronostication post ACR

Dr Marine PAUL

Service de Médecine Intensive Réanimation
Centre hospitalier de Versailles - GHT 78 sud

01.39.63.83.59

mpaul@ght78sud.fr

Association La Vie Après Un Arrêt Cardiaque

RNA : W784011440 - SIREN :932623259 -

Siret :93262325900011

lavieapresacr@gmail.com



La neuropronostication

**Pourquoi
pronostiquer**

**Qui
pronostiquer**

**Quand
pronostiquer**

**Comment
pronostiquer**

La neuropronostication

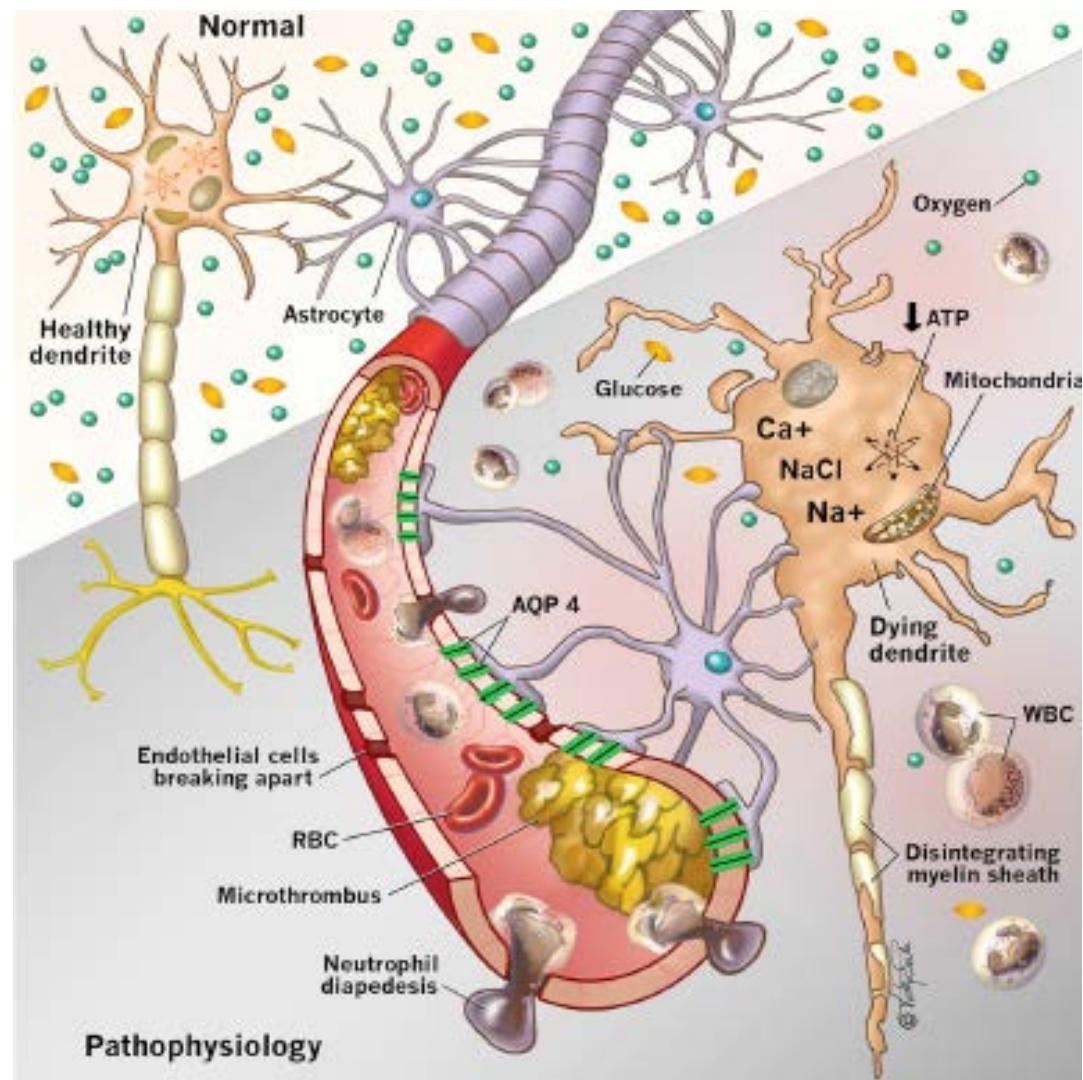
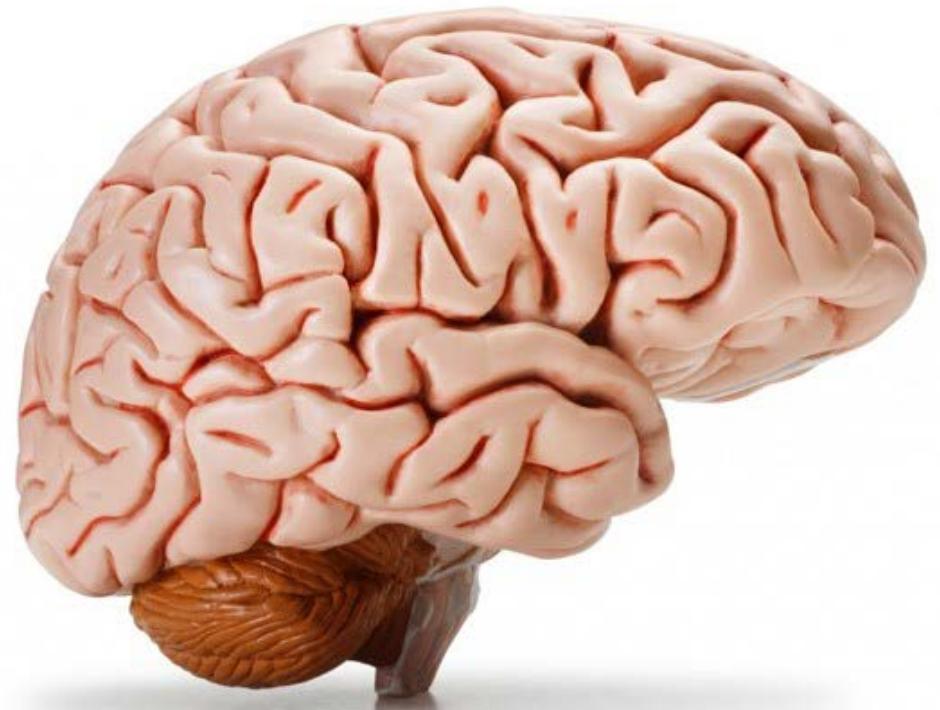
**Pourquoi
pronostiquer**

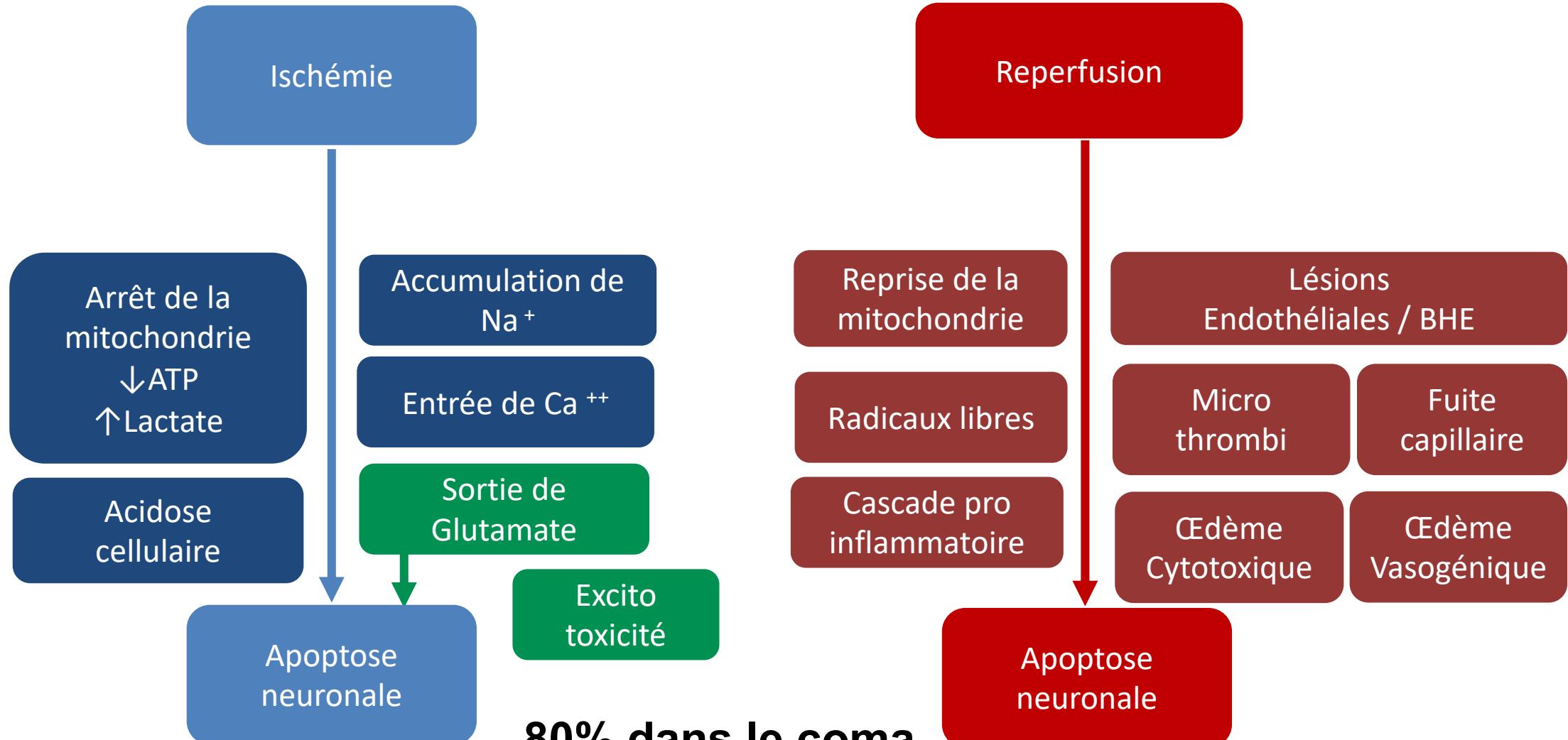
**Qui
pronostiquer**

**Quand
pronostiquer**

**Comment
pronostiquer**

Des patients cérébro-lésés

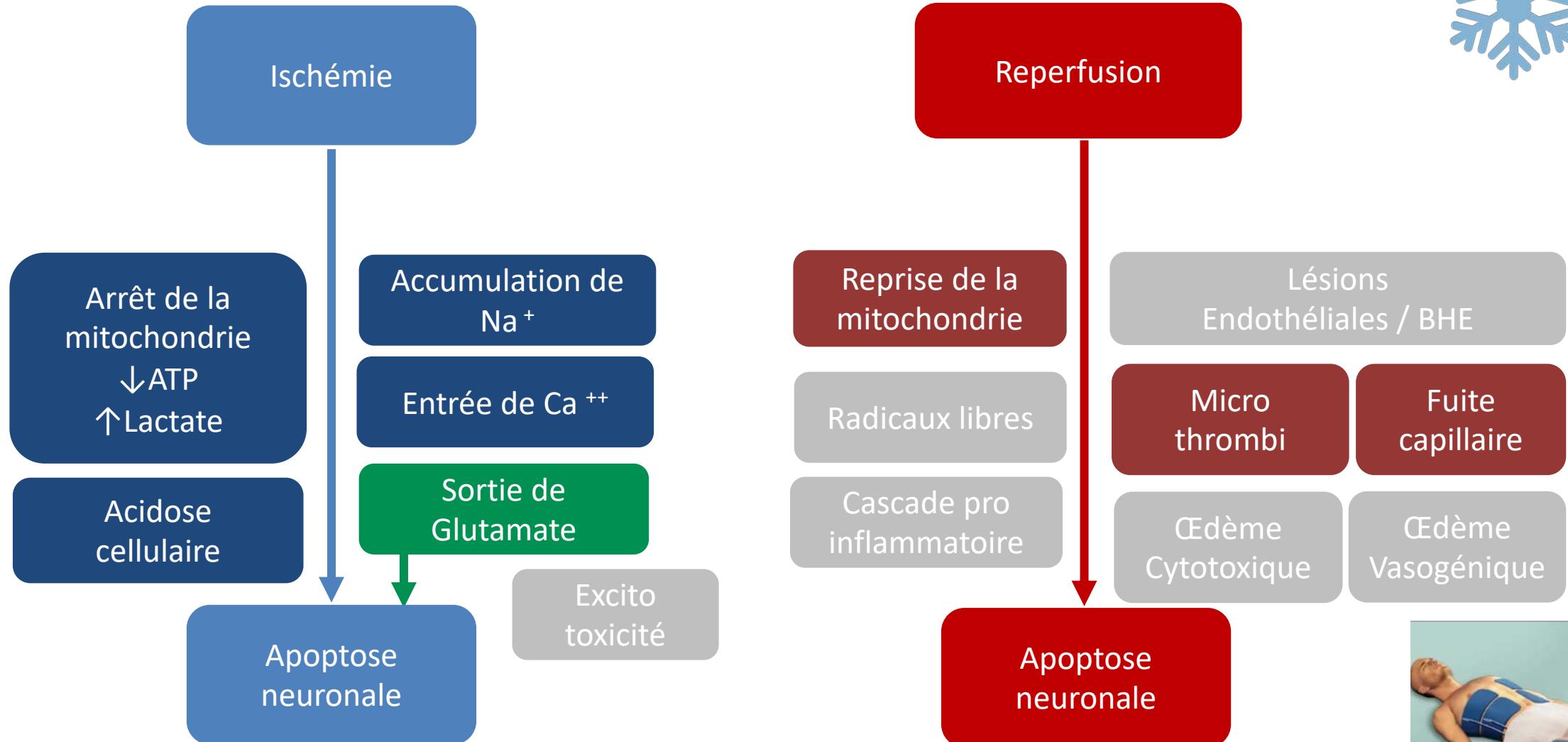




80% dans le coma

**Lésions en progression
sur les 48-72h**

Contrôle ciblé de la température

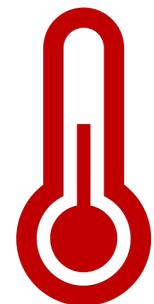
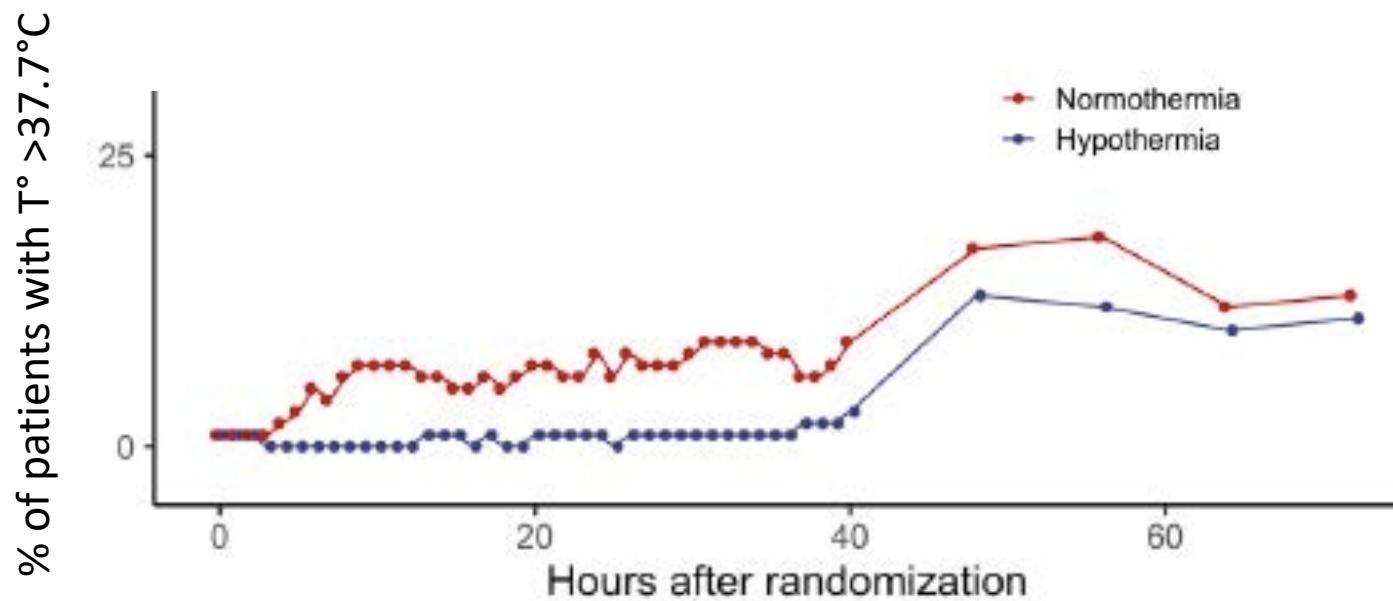


Lutte contre le rebond hyperthermique

Fièvre fréquente en post ACR

50 % des patients ont plus de 38 °C

Avoid fever ($> 37.7^{\circ}\text{C}$) for at least 72 h after CA in patients who remain in coma.



Sédation

- **Baisse théorique de la consommation en O₂ des organes**
- **Diminution de l'excitotoxicité**
- **Evite les frissons sous hypothermie**
- **Adaptation au respirateur pour maintient de la capnie et confort**

ERC 2025

PROPOFOL

Resédation

Variables	Early Awakening, n = 150	Late Awakening, n = 78	p
ICU outcome			
Time to awakening, d, median (IQR)	1 (1-2)	5 (3-23)	< 0.0001
Extra-sedation ^a , n (%)	114 (76)	75 (96)	0.0001
ICU delirium, n (%)	59 (39)	48 (62)	0.0014
ICU length of stay, d, median (IQR)	5 (2-29)	11 (5-54)	< 0.0001

228 réveillés post ACR

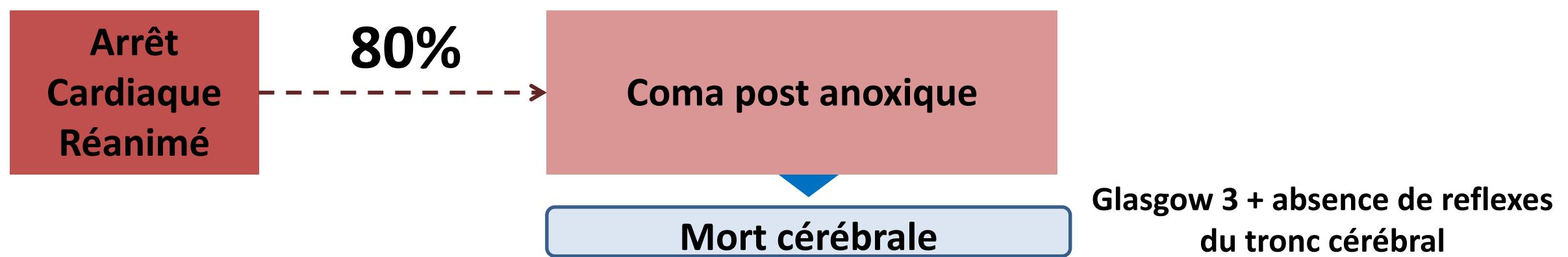
189 (82%) recevaient une sédation post TTM
107 (47%) ont eu besoin de neuroleptiques pour RASS >+2

Dexmédétomidine - Catapressan > Valium > Neuroleptique

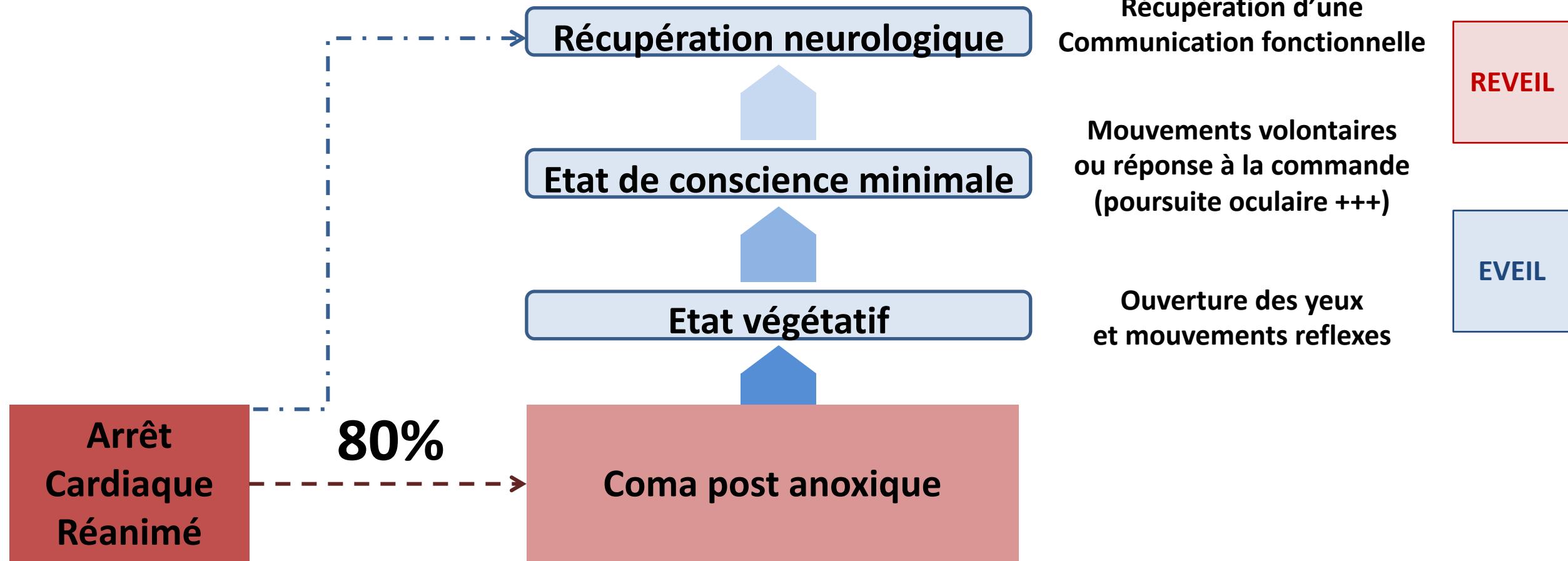
Evolution neurologique post ACR



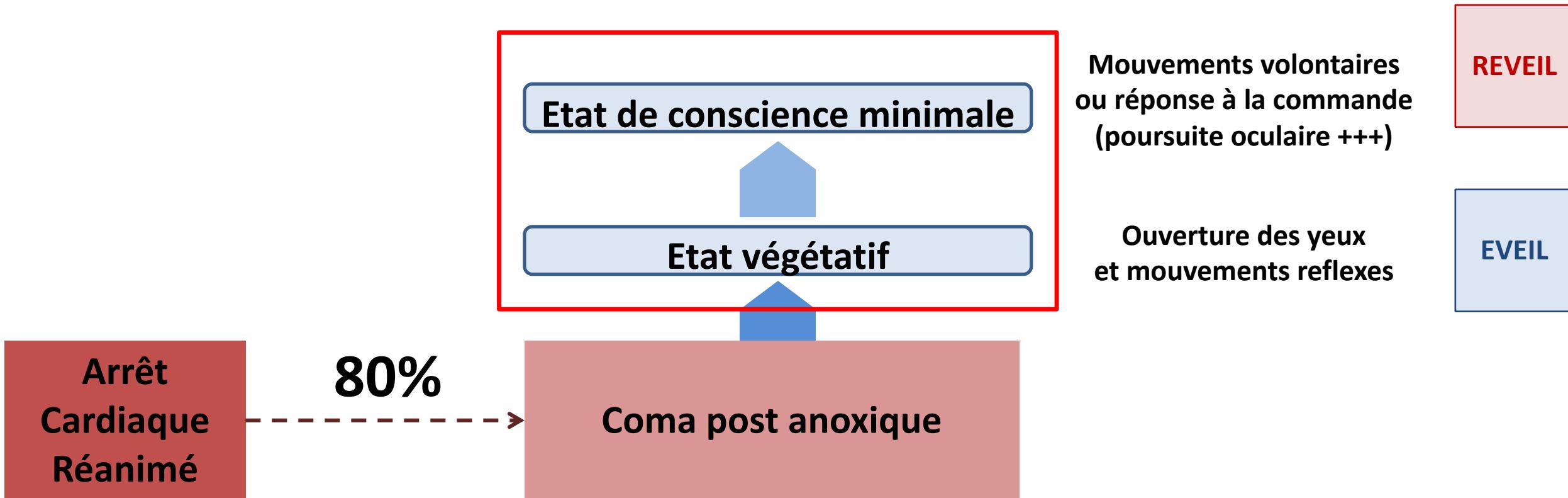
Evolution neurologique post ACR



Evolution neurologique post ACR



Evolution neurologique post ACR

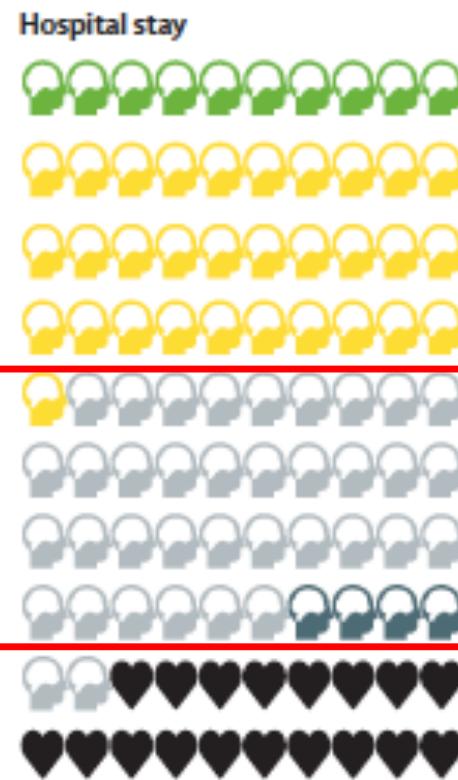
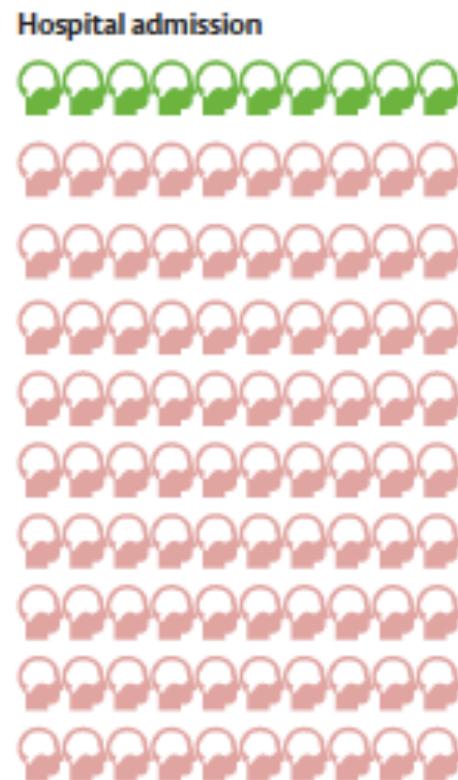


Que prédit-on ?

Une évolution neurologique défavorable

CPC 3	Déficit cérébral sévère	Patient conscient et dépendant pour les actes de la vie quotidienne. Vit en institution ou avec aide importante de l'entourage. Capacités cognitives limitées. Etat pauci relationnel inclus.
CPC 4	Coma ou Etat Végétatif	Patient inconscient, sans perception de l'environnement. Aucune interaction avec l'entourage.
CPC 5	Décès	
Rankin 4	Handicap modérément sévère	Marche avec assistance , restriction notable de l'autonomie mais sans nécessité d'une aide permanente.
Rankin 5	Handicap sévère	Grabataire, incontinent, nursing constants : comprend l'état végétatif ou pauci relationnel .
Rankin 6	Décès	

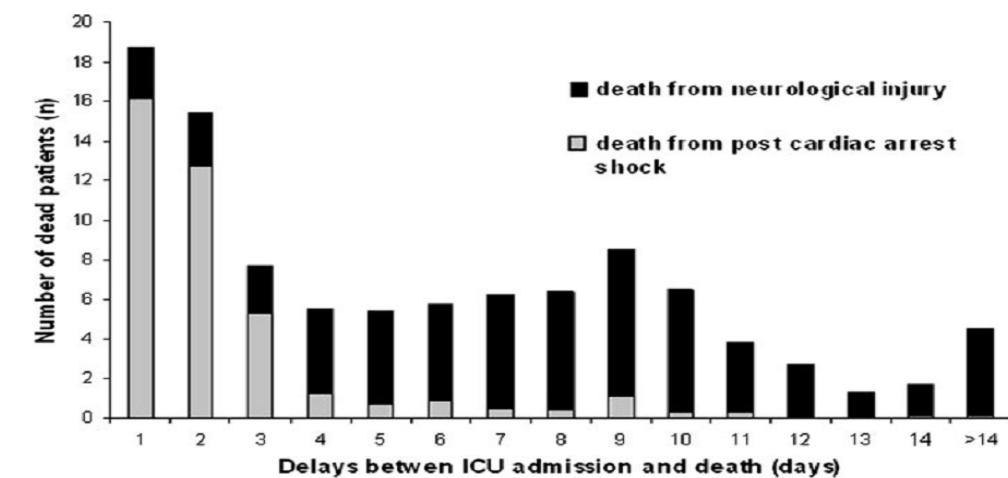
Mortalité hospitalière 70%



- Conscious
- Comatose
- Neurological improvement
- Deaths following withdrawal of treatment for predicted adverse neurological outcome

- Brain death
- Poor neurological outcome
- Refractory shock or organ failure
- Favourable neurological outcome
- Death

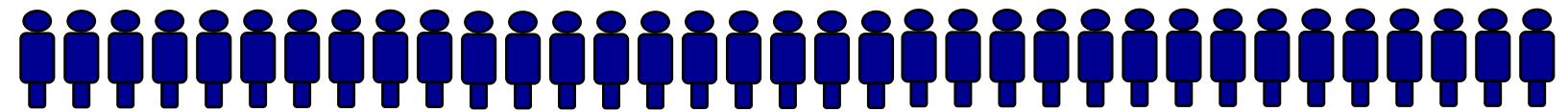
	ACR INTRA H	ACR EXTRA H
LATA neurologique et mort encéphalique	27% des décès	73% des décès



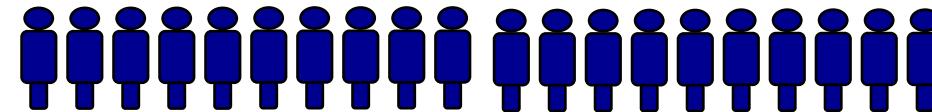
Perkins, Lancet, 2021
 Witten, Resuscitation, 2019
 Lemiale, ICM, 2013

Prise en charge
pré-hôpitalière

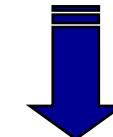
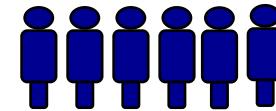
50 000 ACR par an



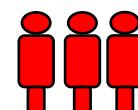
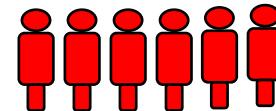
60 % de massage



20 % de récupération



Prise en charge
hôpitalière



10 % de survie globale
dont 90% retour au domicile

Pourquoi pronostiquer ?

- **Informer correctement les familles**
- **Soigner correctement**
 - **Éviter des soins futiles**
 - **Éviter les LATA précoce**s
- **Éviter la survie avec séquelles lourdes**

“Survival is not enough.
The goal is to survive with
a good quality of life.”

Jerry P. Nolan, Resuscitation 2015

La neuropronostication

**Pourquoi
pronostiquer**

**Qui
pronostiquer**

**Quand
pronostiquer**

**Comment
pronostiquer**

Qui pronostiquer ?

Ancillaire de TTM 2 ACR EH

Coma post anoxique
N= 1829

Décès avant pronostication
275 (15%)

Réveil avant pronostication
N= 525 (29%)

Coma persistant H72-H96
N=1029 (56%)

Réveils tardifs > 48h après l'arrêt des sédatifs

34% de réveils tardifs

TABLE 2. Variable Associated With Late Awakening by Multivariable Analysis

Variables	OR (95% CIs) ^a	p ^a
Time from cardiac arrest to return of spontaneous circulation, min	1.031 (1.002–1.061)	0.036
Day 1 Sequential Organ Failure Assessment score	1.169 (1.004–1.360)	0.044
Use of midazolam alone as sedative during targeted temperature management	1.709 (1.002–2.913)	0.049
Day 2 discontinuous electroencephalography	3.459 (1.312–9.118)	0.012
Day 3 absent motor response	3.350 (1.438–7.805)	0.005
Day 3 absent brainstem reflexes	3.352 (1.438–10.689)	0.041

OR = odds ratio.

Variables	Early Awakening, n = 150	Late Awakening, n = 78	p
ICU outcome			
Time to awakening, d, median (IQR)	1 (1–2)	5 (3–23)	< 0.0001
Extra-sedation ^a , n (%)	114 (76)	75 (96)	0.0001
ICU delirium, n (%)	59 (39)	48 (62)	0.0014
ICU length of stay, d, median (IQR)	5 (2–29)	11 (5–54)	< 0.0001

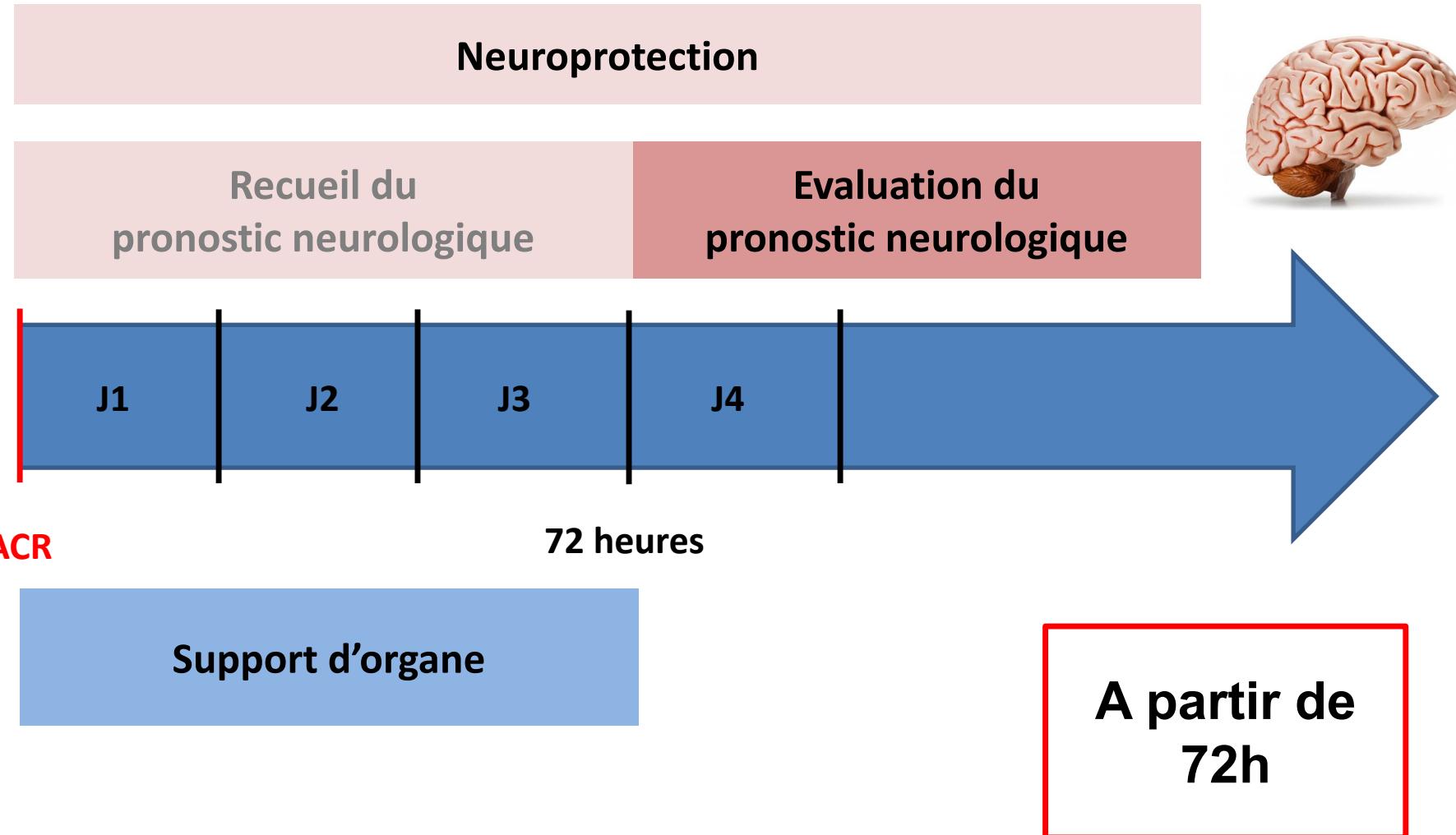
La neuropronostication

**Pourquoi
pronostiquer**

**Qui
pronostiquer**

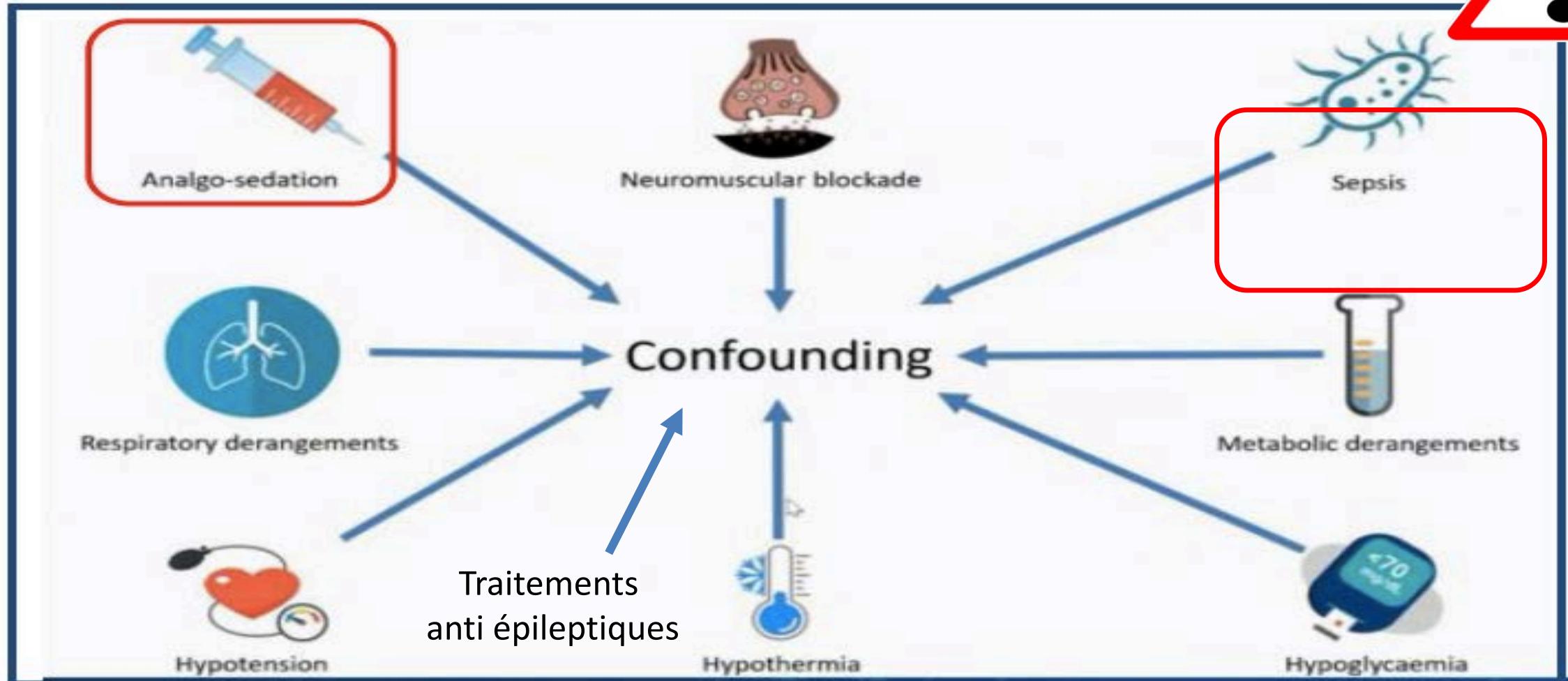
**Quand
pronostiquer**

**Comment
pronostiquer**



Facteurs confondants de coma à H72

23% sont encore
sédatés à H72



La neuropronostication

**Pourquoi
pronostiquer**

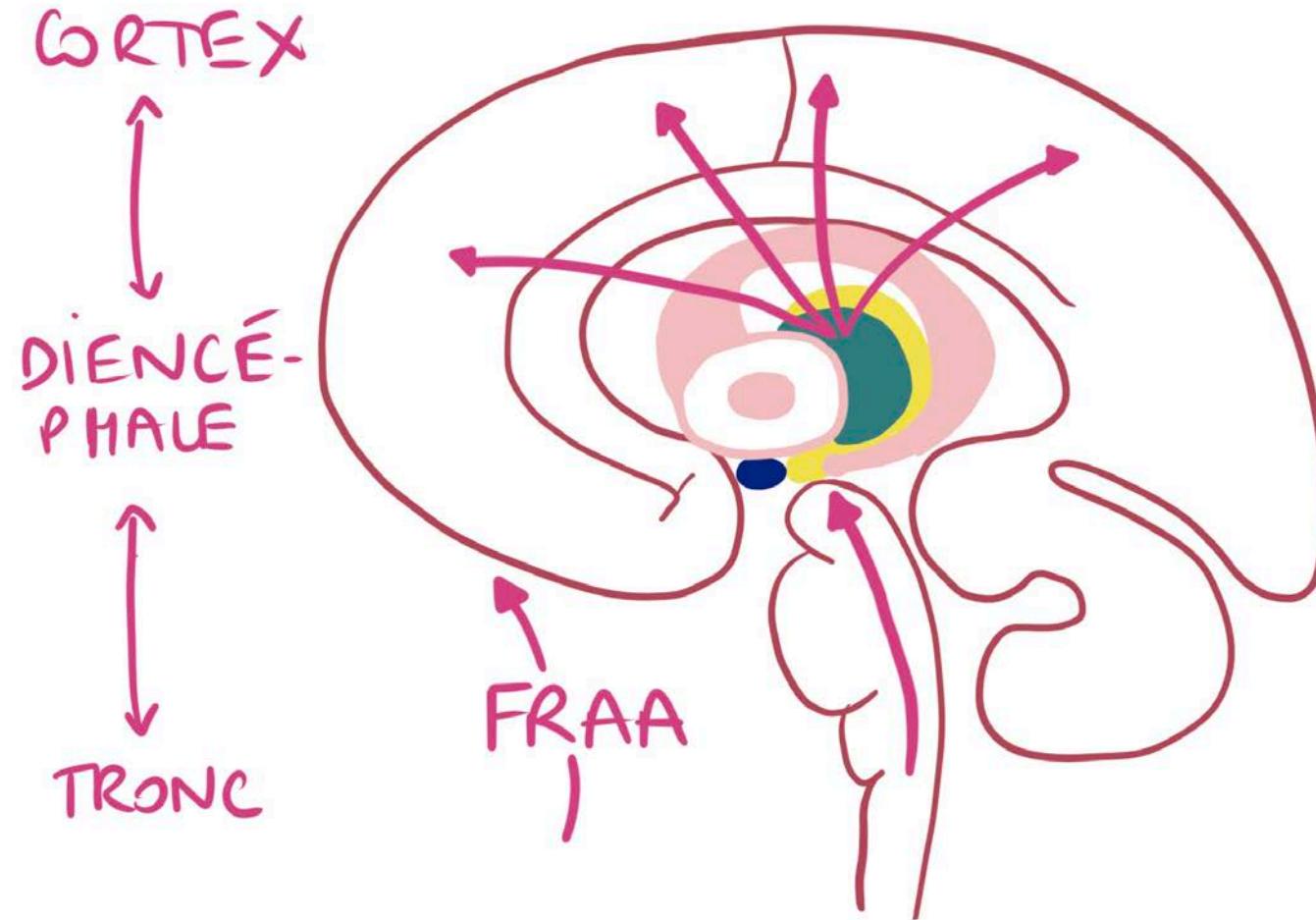
**Qui
pronostiquer**

**Quand
pronostiquer**

**Comment
pronostiquer**

La conscience = le réveil

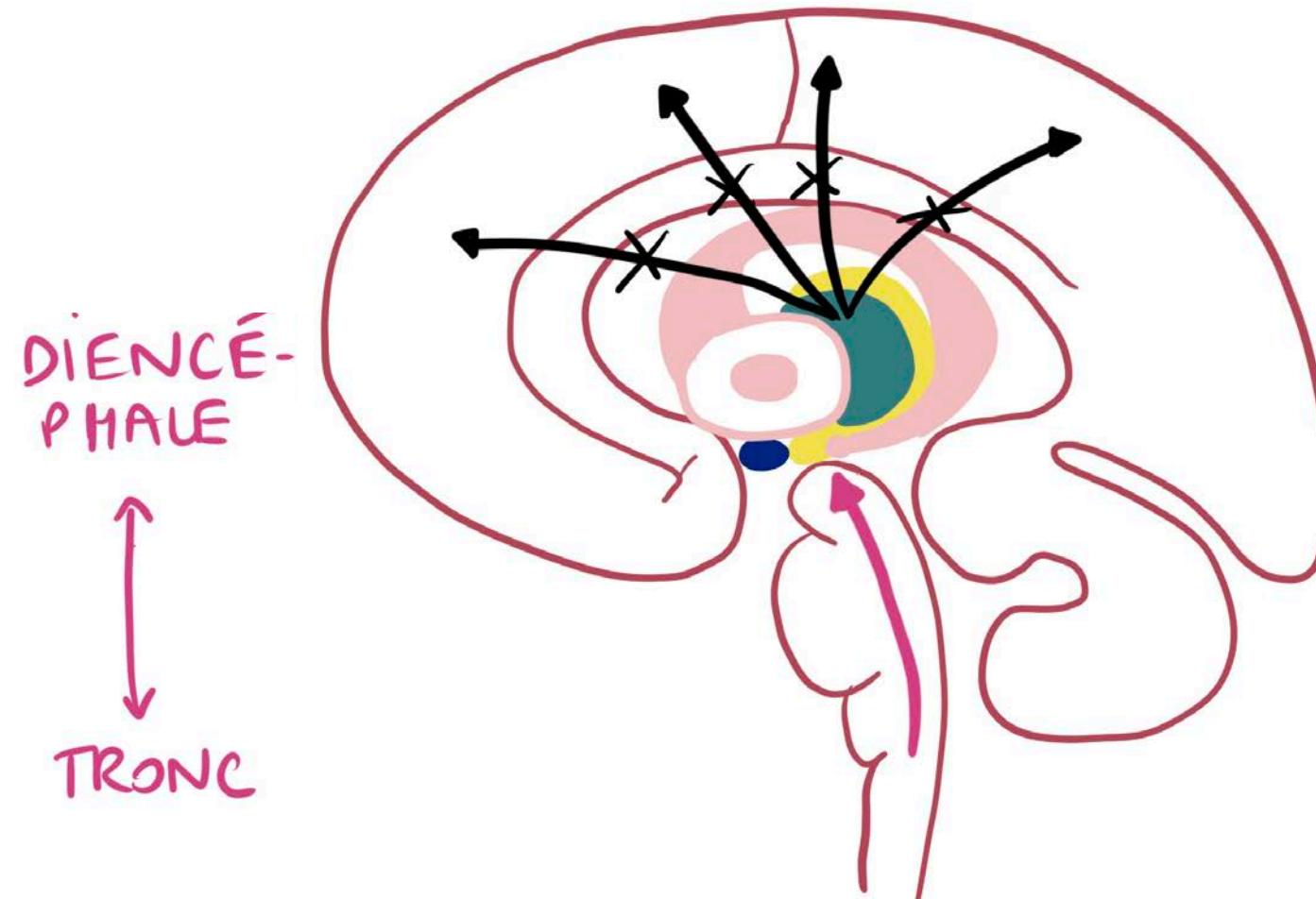
= connaissance de soi et interaction avec l'environnement



Formation activatrice réticulée ascendante

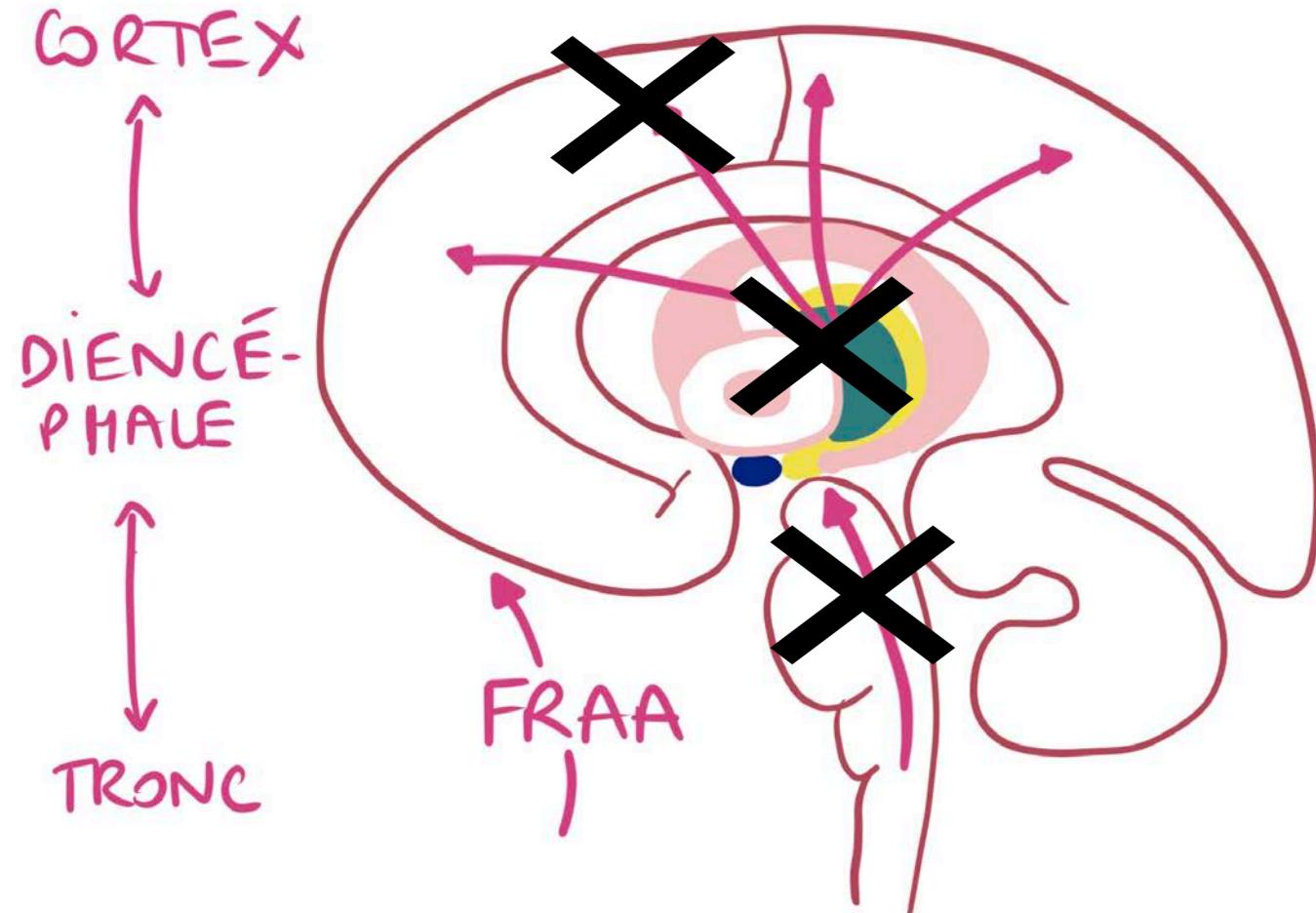
La vigilance = l'éveil

= réaction au stimuli extérieurs automatique, sans conscience



L'absence de réveil et d'éveil

= connaissance de soi et interaction avec l'environnement



Formation activatrice réticulée ascendante

Comment pronostiquer ?

Prédire
l'évolution neurologique
défavorable



C'est un rythme non choquable

Il a un no flow élevé

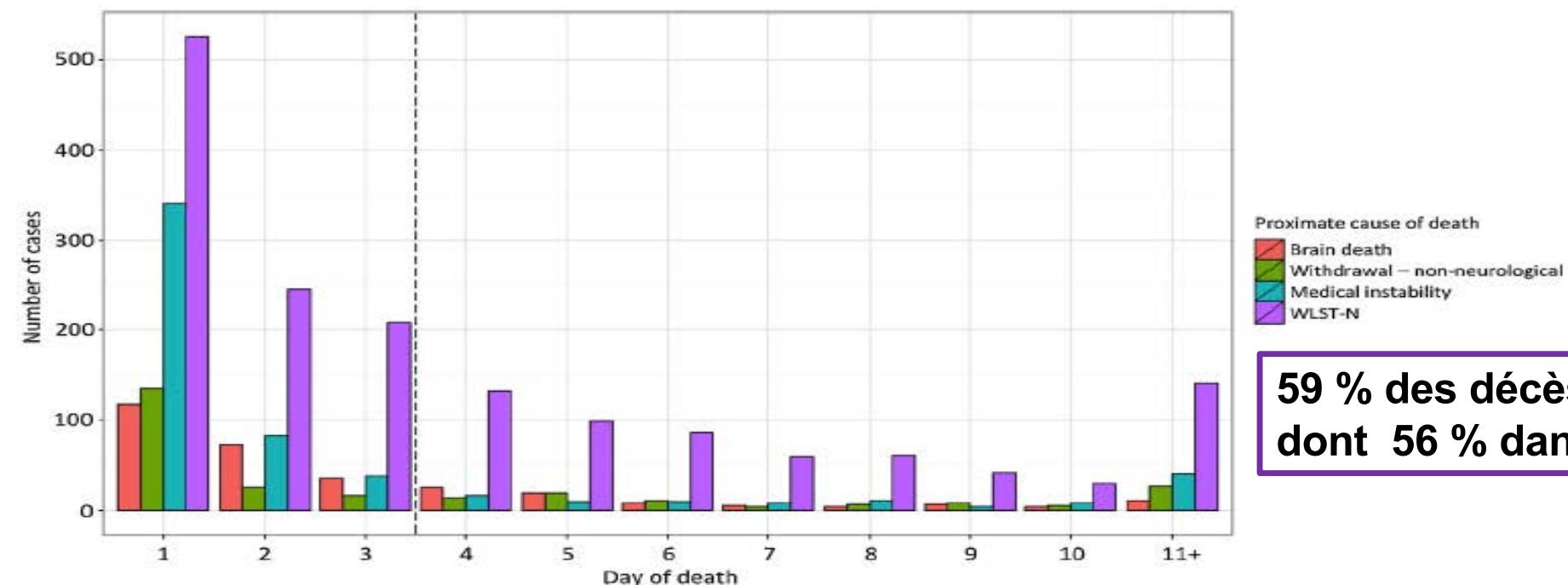
Il est vieux

C'est une cause hypoxique

Il est trop grave



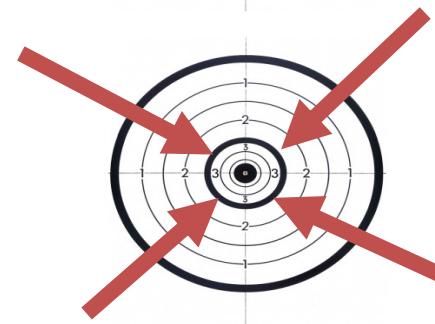
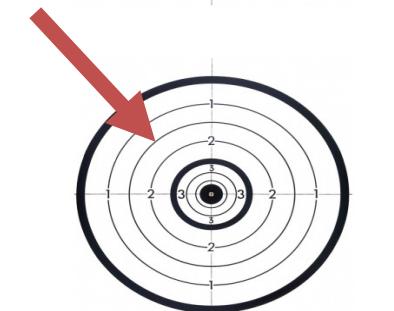
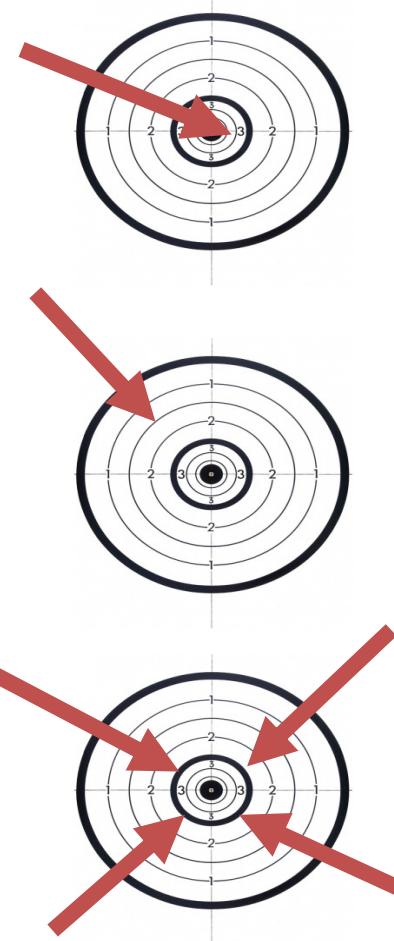
1/3 de décès précoces dans les 72 h

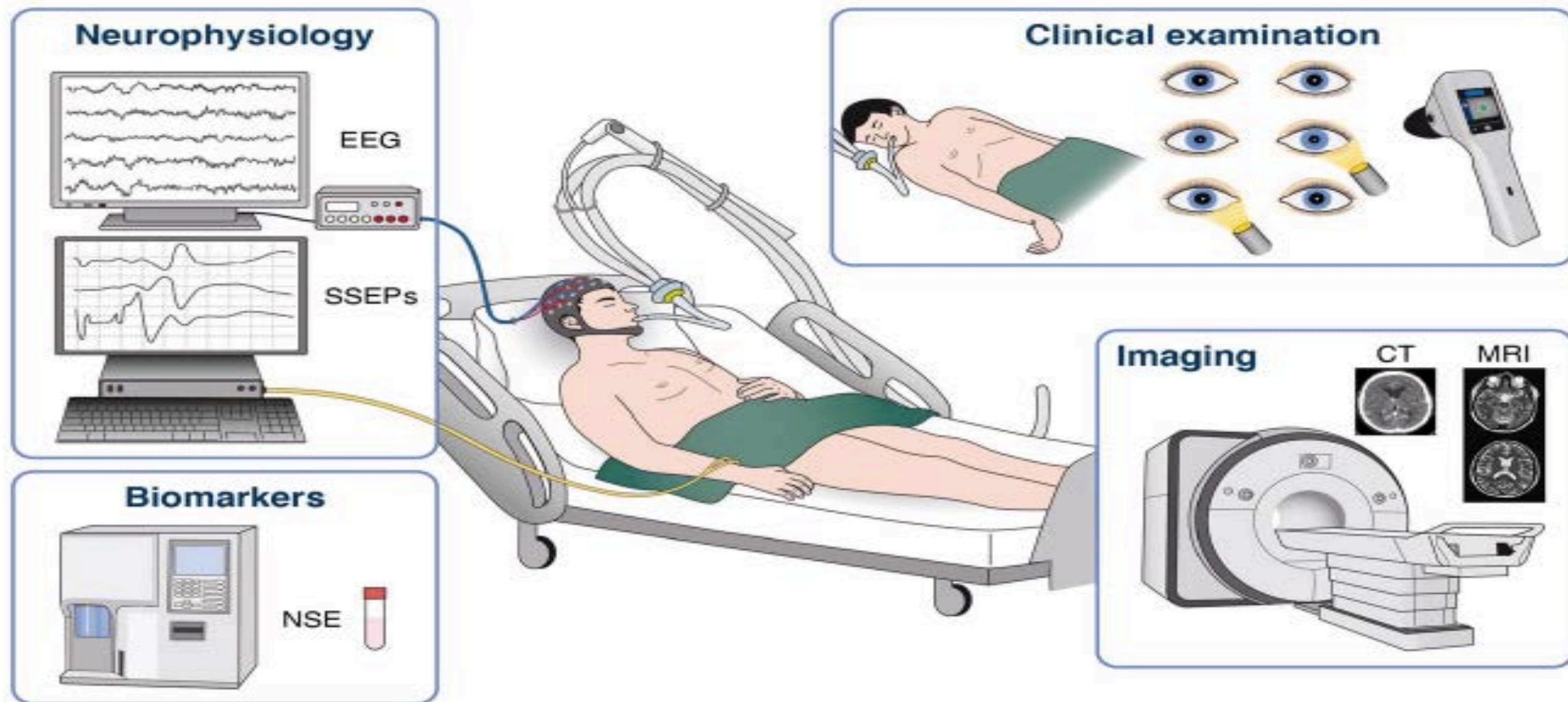


Facteurs de risques de LATA de cause neurologique
femme, âge, cancer, rythme non choquable, pas de RCP par le témoin

Comment pronostiquer ?

- **Aucun outils pronostique n'est parfait**
- **Ne pas se contenter d'un seul outils**
- **Combiner les outils fiables**





Unconscious patient
Motor score 5 or less at 72 h or later,
and confounders excluded*



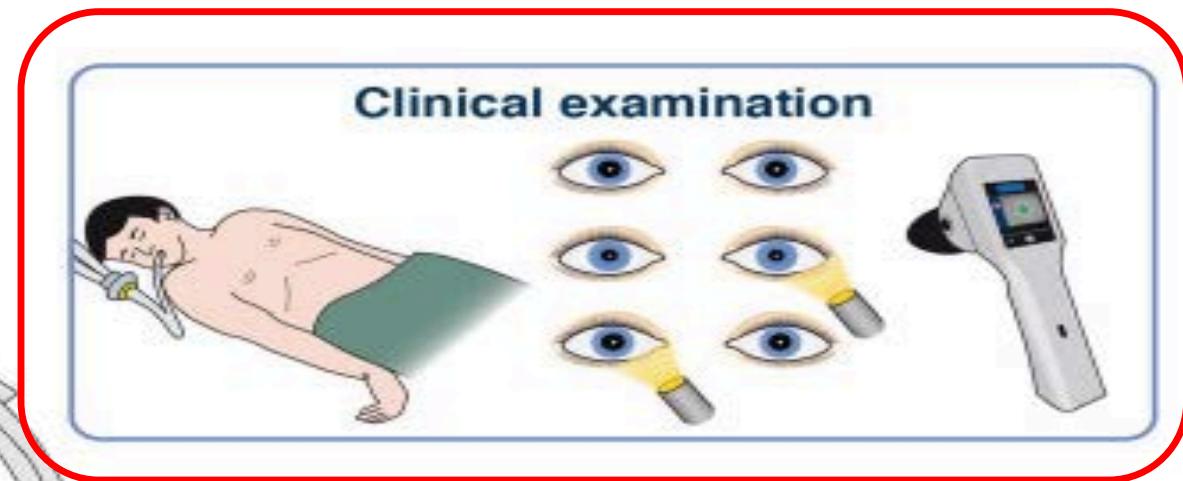
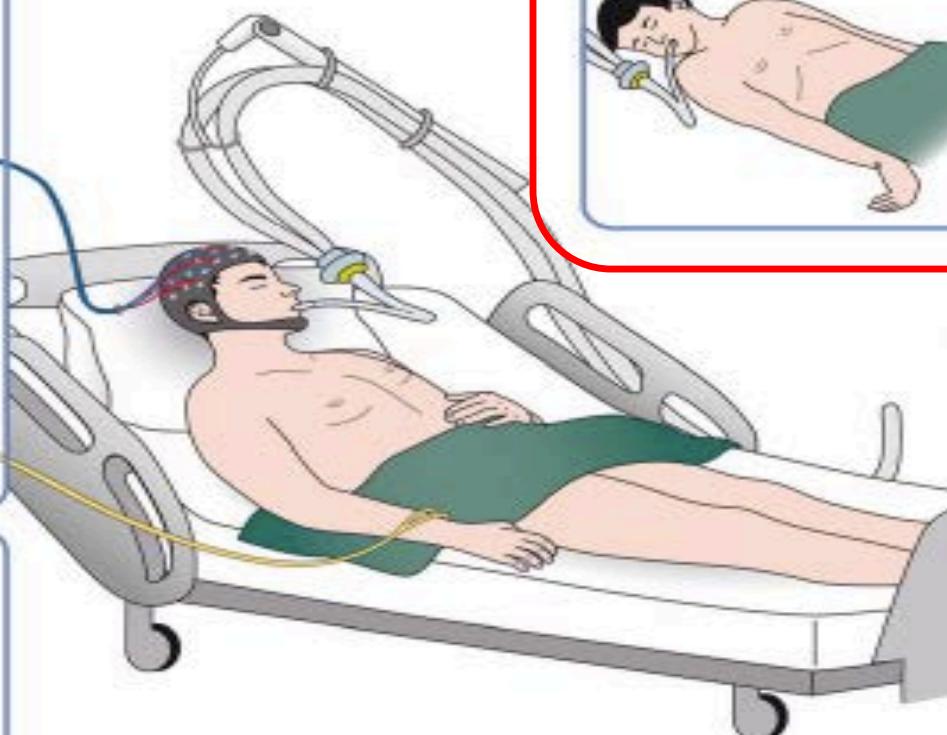
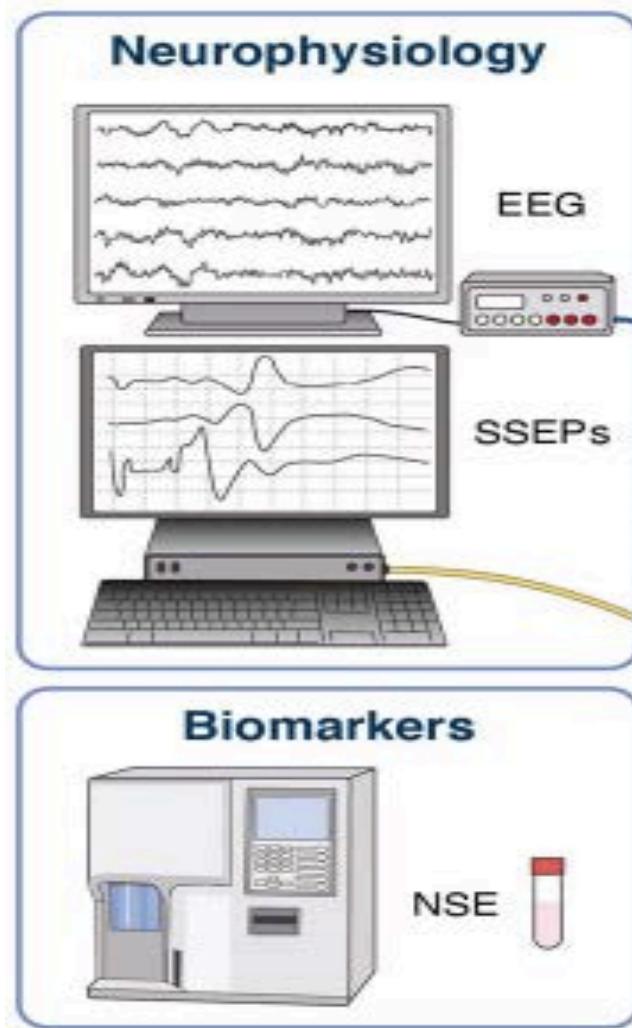
At least TWO unfavourable signs:

- No pupillary** and corneal reflexes at 72 h or later
- Bilaterally absent N20 SSEP wave at 24 h or later
- Suppression or burst-suppression on EEG at 24 h or later
- NSE higher than $60\mu\text{g L}^{-1}$ *** at 48 h and / or 72 h
- Status myoclonus**** within 72 h
- Diffuse and extensive hypoxic-ischaemic injury on brain CT at any time or on MRI after 2 days

**Ne pas prendre
les critères isolément**

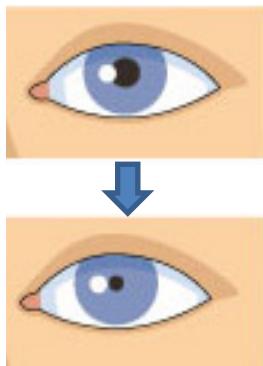
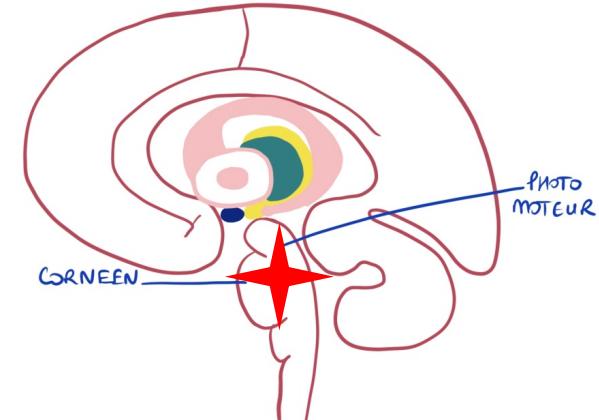


**Poor neurological
outcome very likely**



Evaluation clinique

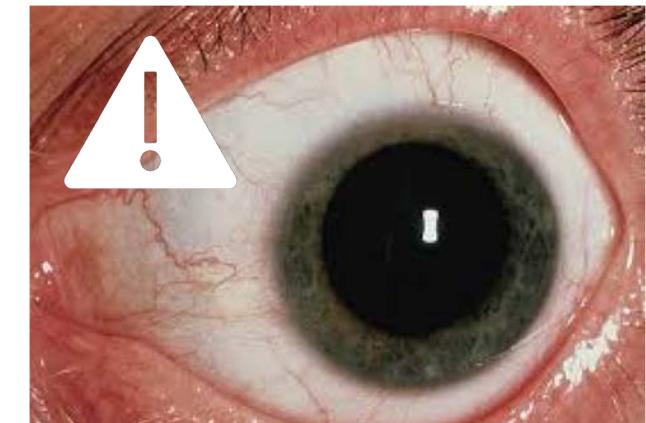
- Réflexe du tronc cérébral : **photomoteur, cornéen**



Contraction pupillaire
par stimulation lumineuse



Fermeture de paupière
à la stimulation de la cornée

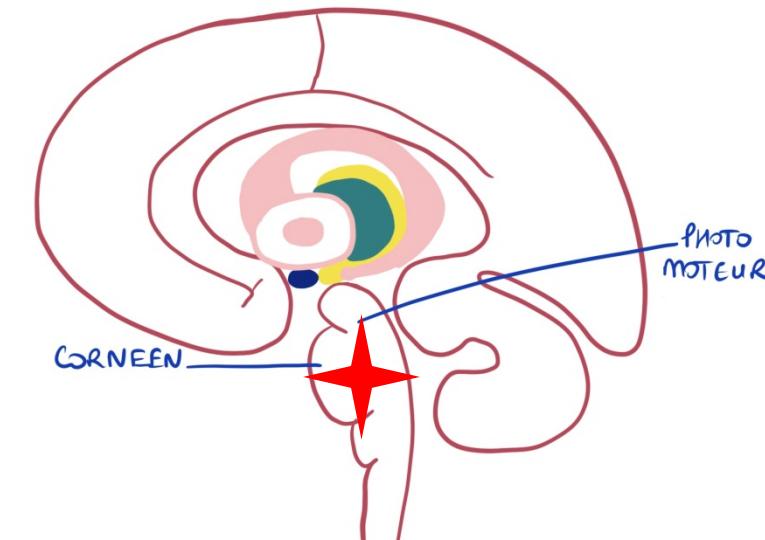


Mydriase aréactive
Attention
Évolution vers la
mort encéphalique possible

La pupillométrie // Œil du clinicien



Day after cardiac arrest	Sample size (n)	CPC 3–5 n (%)	Sensitivity % (95% CI)	False-positive rate % (95% CI)
Neurological pupil index (NPI) ≤ 2				
Day 1–3	456	269 (59)	32 (27–38)	0 (0–2) %
Day 1	450	264 (59)	22 (17–27)	0 (0–2) %
Day 2	361	213 (59)	19 (14–25)	0 (0–2) %
Day 3	271	166 (61)	17 (12–24)	0 (0–3) %
Bilaterally absent standard pupillary light reflex				
Day 1	392	225 (57)	35 (29–42)	10 (6–15) %
Day 2	278	163 (59)	29 (22–36)	10 (5–16) %
Day 3	206	128 (62)	18 (12–26)	6 (2–14) %



ERC 2025

Use an automated pupillometer, when available, to assess pupillary light reflex.

MASQUE
PAR LES CURARES

Evaluation clinique

- **Myoclonies** : contractions musculaires soudaines, brèves et involontaires ≠ frissons
- **Statut myoclonique** = myoclonies généralisées > 30 minutes

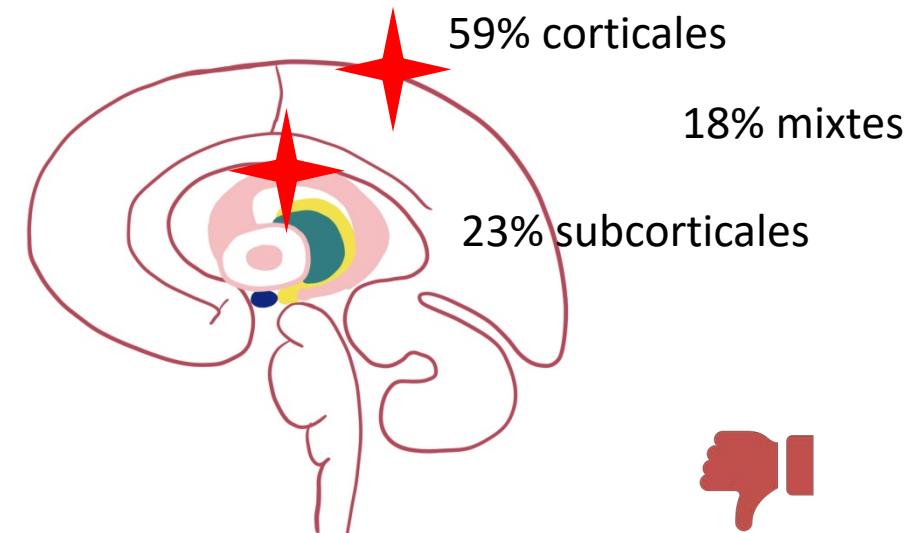
Les myoclonies

MASQUES
PAR LES CURARES

Secousses soudaines, brèves et involontaires causées par des contractions et inhibitions musculaires

20% des ACR

Author, year	Definition	Sample	Sensitivity % [95% CI]	FPR % [95% CI]
≤ 24 h				
Sadaka, 2015 [109]	(¹)	58	27.3 [13.3–45.5]	4 [0.1–20.4]
≤ 48 h				
Fatuzzo, 2018 [96]	N/A	493	30.8 [25.3–36.8]	2.6 [1–5.7]
≤ 72 h				
Kongpolprom, 2018 [26]	N/A	51	35.7 [21.6–52]	22.2 [2.8–60]
Sivaraju, 2015 [111]	N/A	100	32.4 [21.8–44.5]	13.8 [3.9–31.7]
Maia, 2013 [104] (²)	N/A	26	44.4 [21.5–69.2]	0 [0–31.2]
≤ 96 h				
Reynolds, 2018 [32]	N/A	583	18.2 [14.9–22]	2.8 [0.6–8]



NE SONT PAS DANS
LES CRITERES DE
L'ERC !

Synchrones
Généralisées
Stéréotypées
Précoce
Axiales

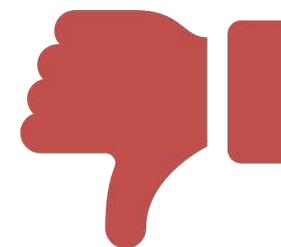
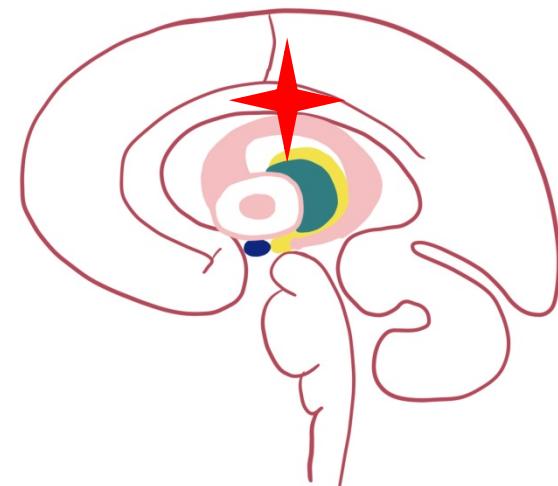
Sandroni, ICM, 2020
Reynolds, Neurology, 2018
Seder, CCM, 2015

Le statut myoclonique précoce ≤ 72 h

Myoclonies continues, généralisées et prolongées ≥ 30 minutes quelque soit l'EEG

Author, year	Definition	Sample size, n	Sensitivity % [95% CI]	FPR % [95% CI]
Lybeck, 2017 [27]	(²)	933	5.7 [3.8–8.1]	0.2 [0–1.3]
\leq Day 7				
Lybeck, 2017 [27]	(²)	933	12.2 [9.4–15.4]	0.2 [0–1.3]

Difficulté de différencier d'un état de mal épileptique myoclonique sans EEG continu



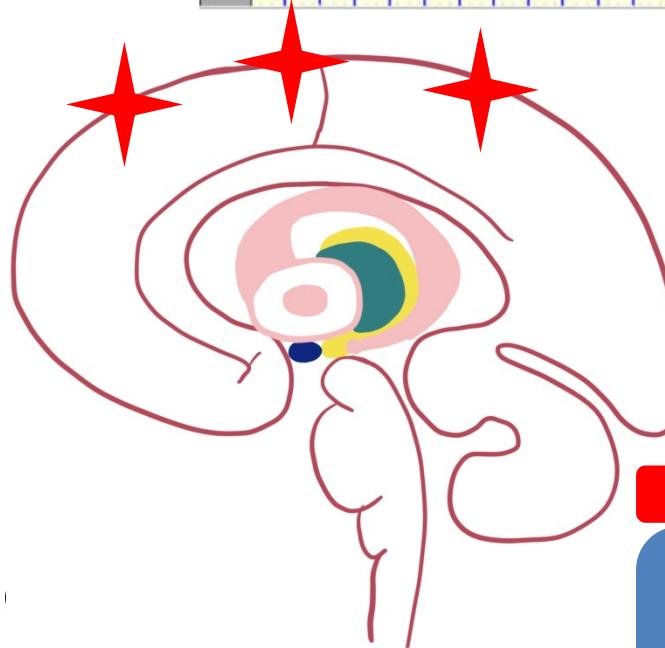
Etat de mal épileptique

N'EST PAS DANS
LES CRITERES DE
L'ERC !

- 20-30% des ACR
- Etat de mal clinique + électrique

Ou

- Etat de mal uniquement électrique :
 > 10 minutes
 ou
 Crise de plus de 10sec > 20 % du tra

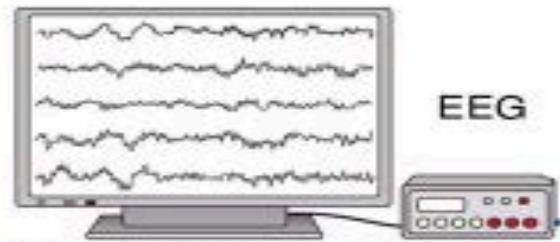


ERC 2025

A DEPISTER

A TRAITER

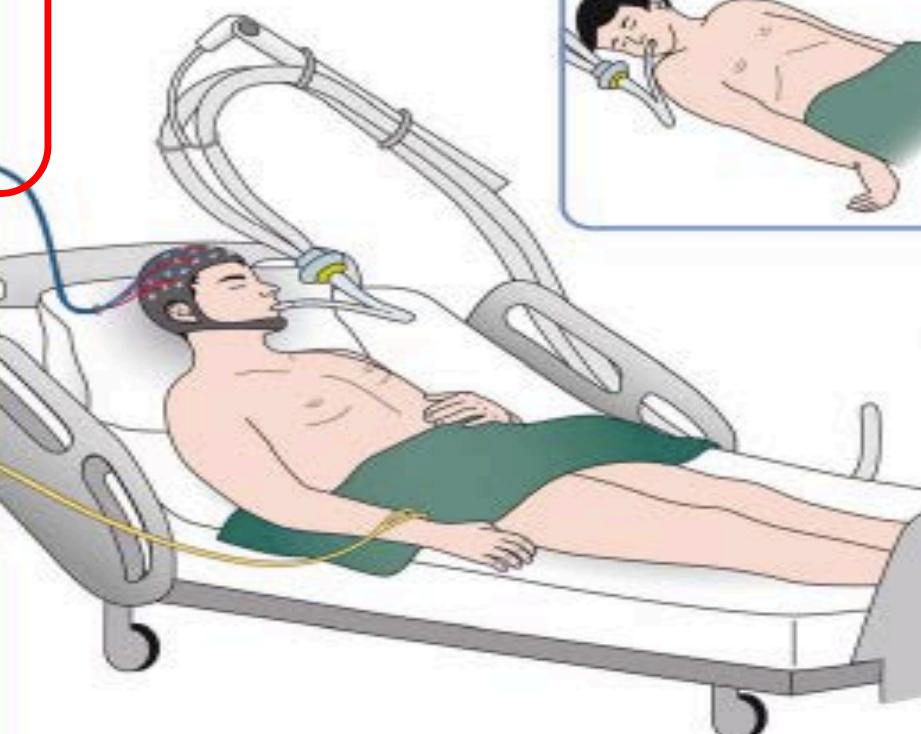
Neurophysiology



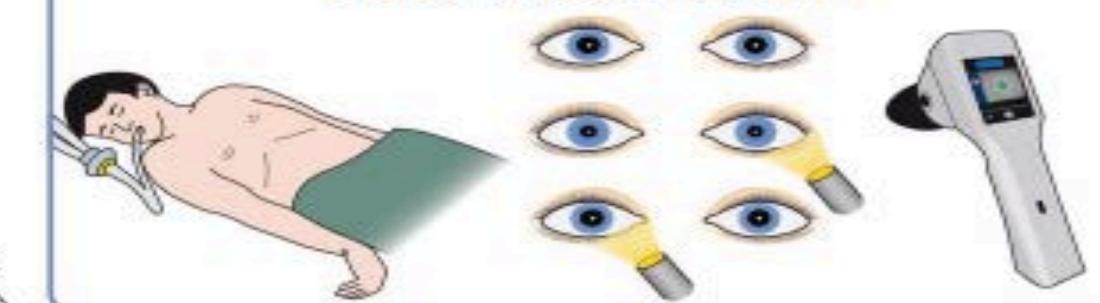
Biomarkers



NSE



Clinical examination



Imaging



CT

MRI

EEG



Reflet de l'activité électrique de la surface du cerveau

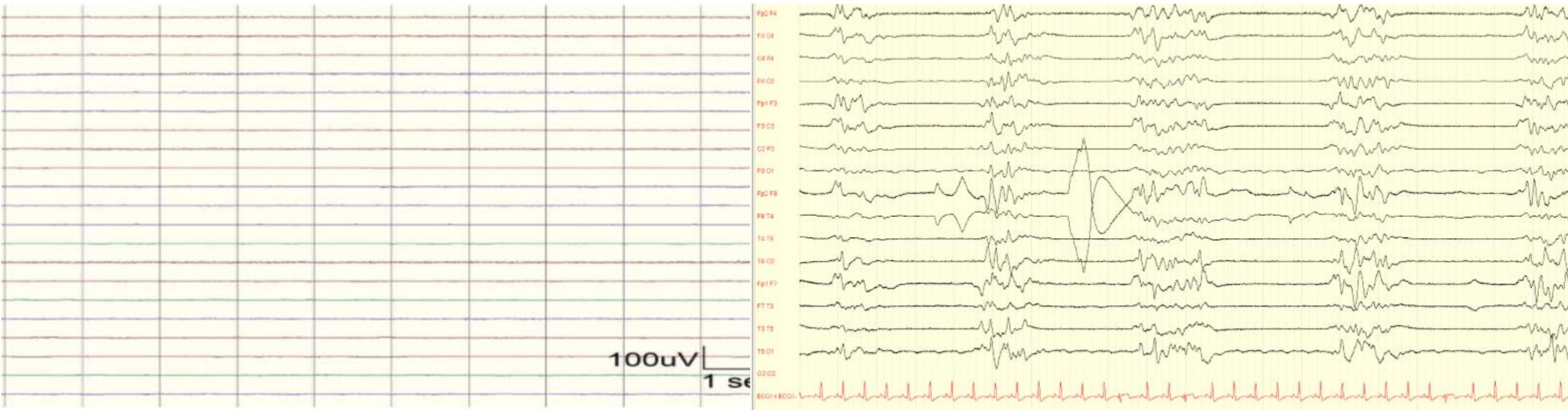
EEG

Hautement malin

Suppression du tracé

Burst suppression

Suppression + décharges périodiques continues



EEG

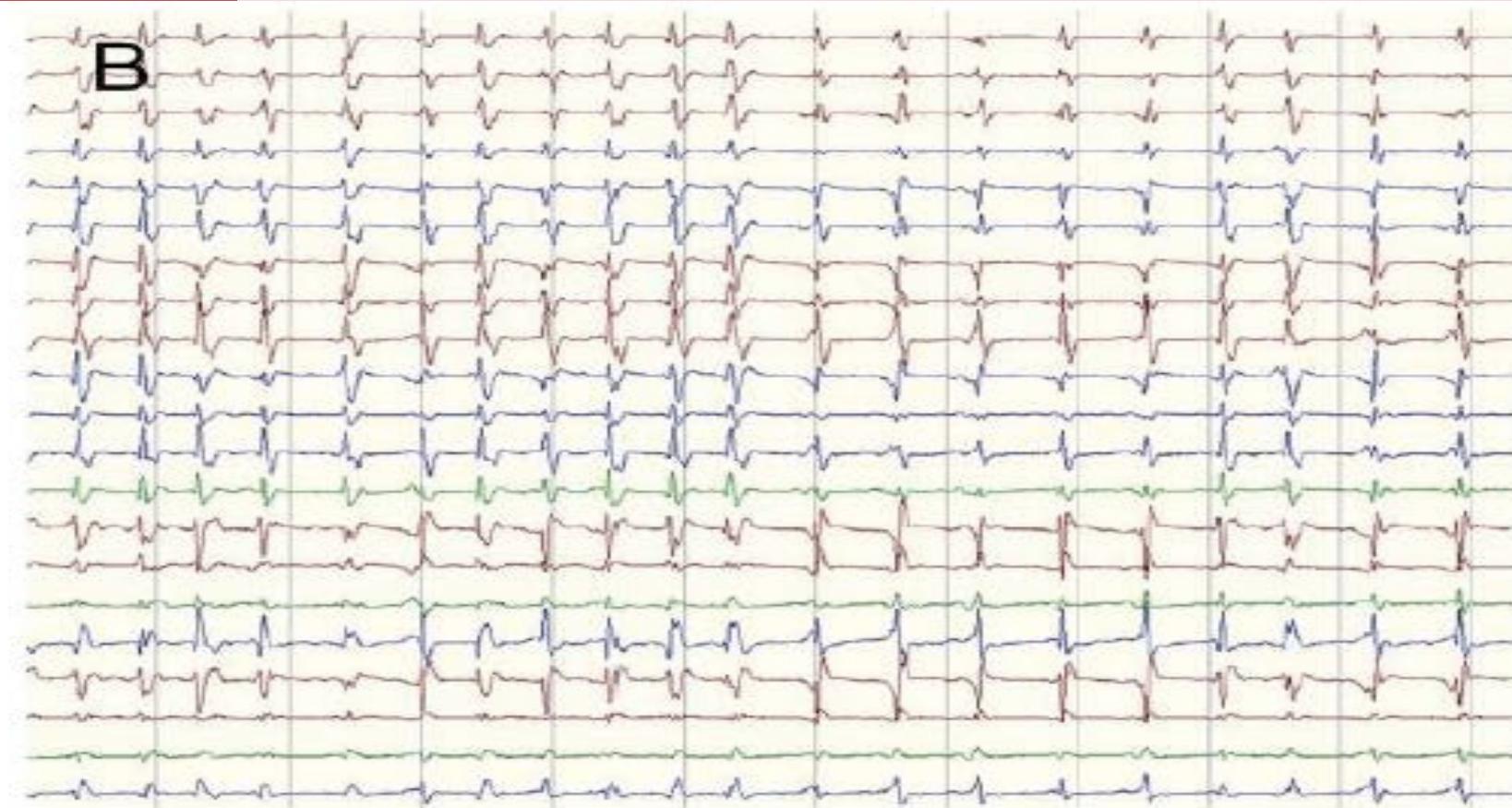
EEG

Hautement malin

Suppression du tracé

Burst suppression

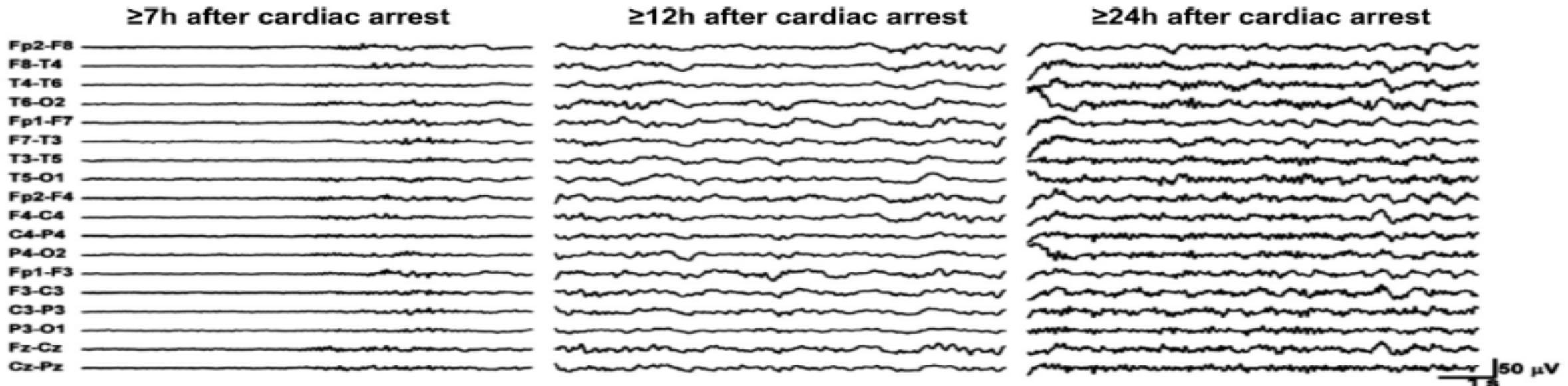
Suppression + décharges périodiques continues



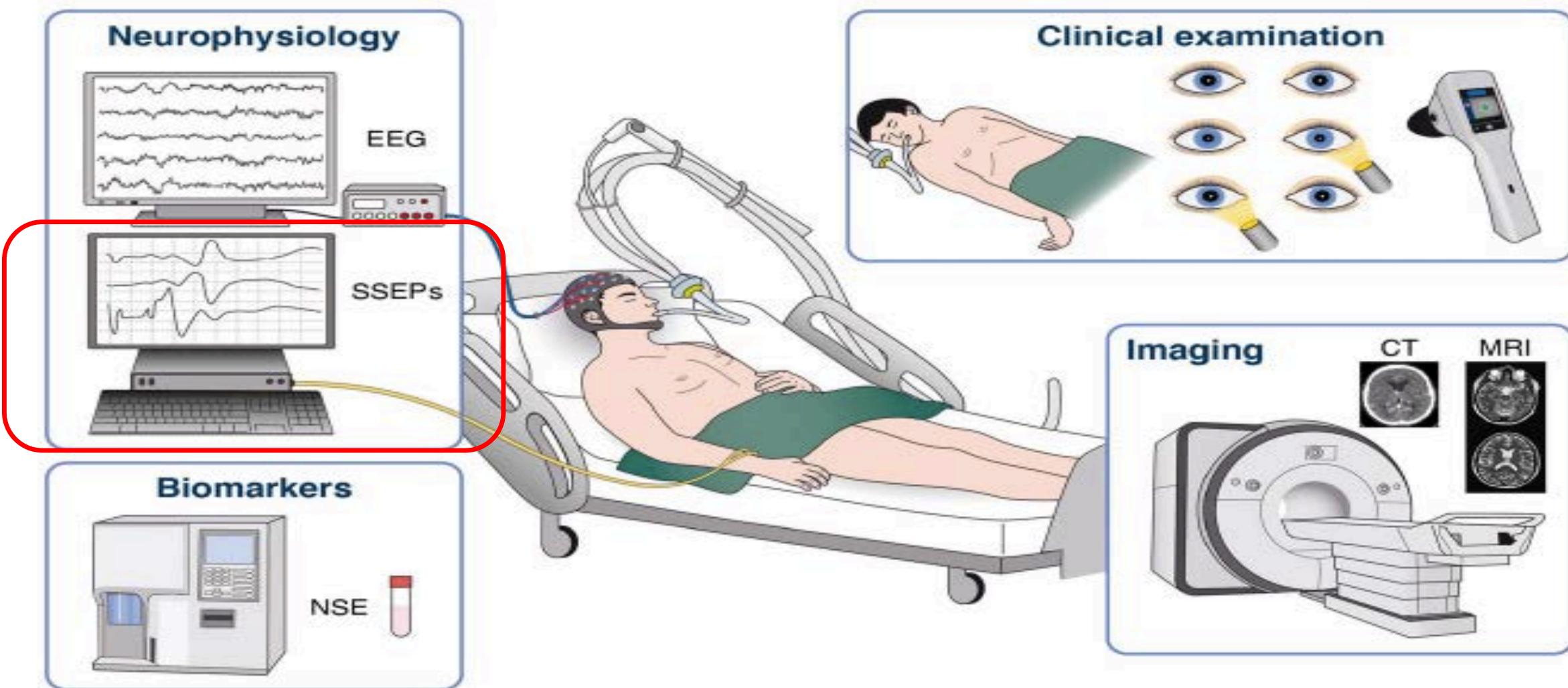
Evolution naturelle de l'EEG



Cas d'un patient qui se réveil sans séquelles

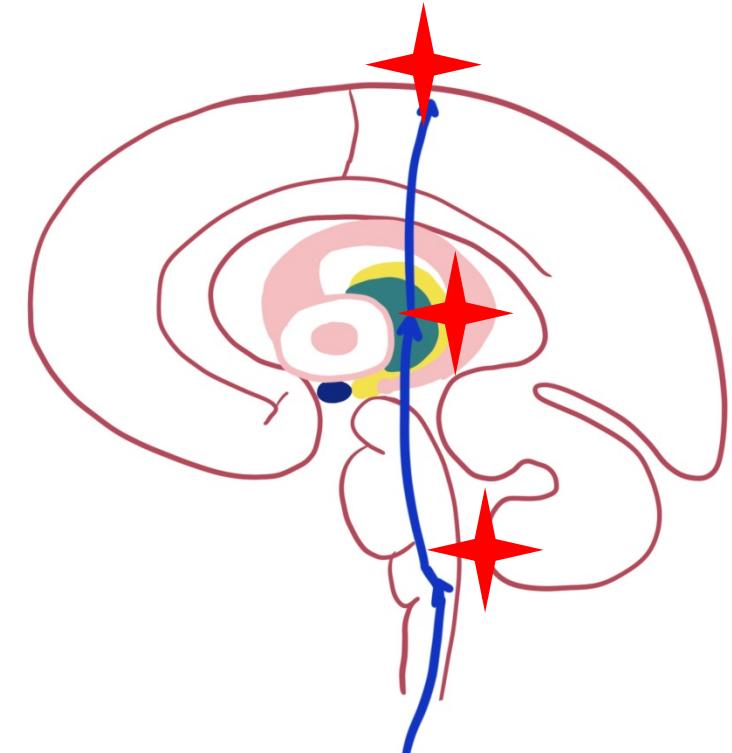
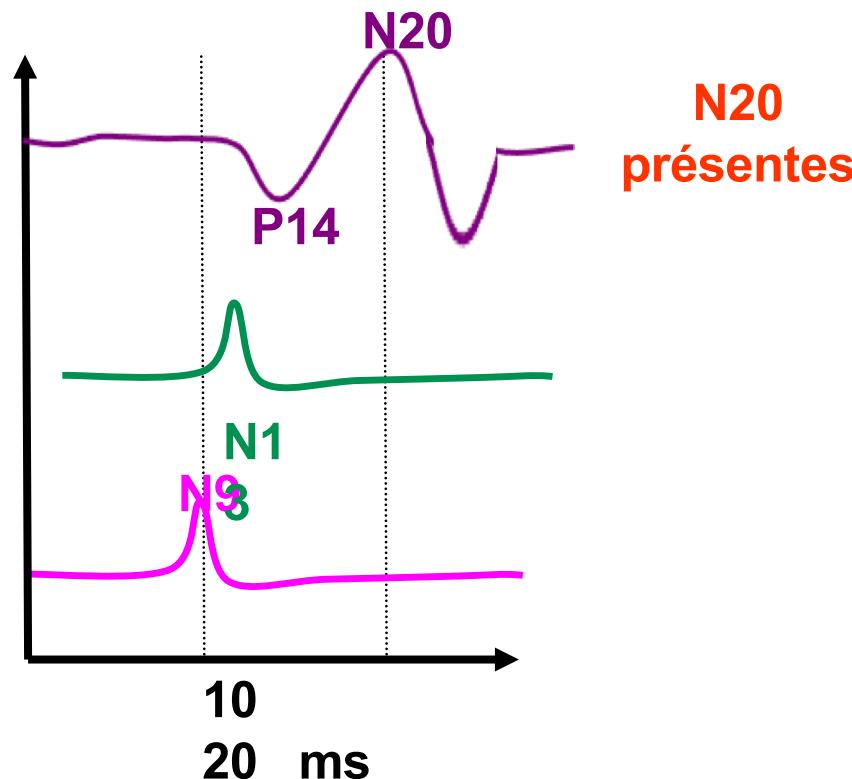
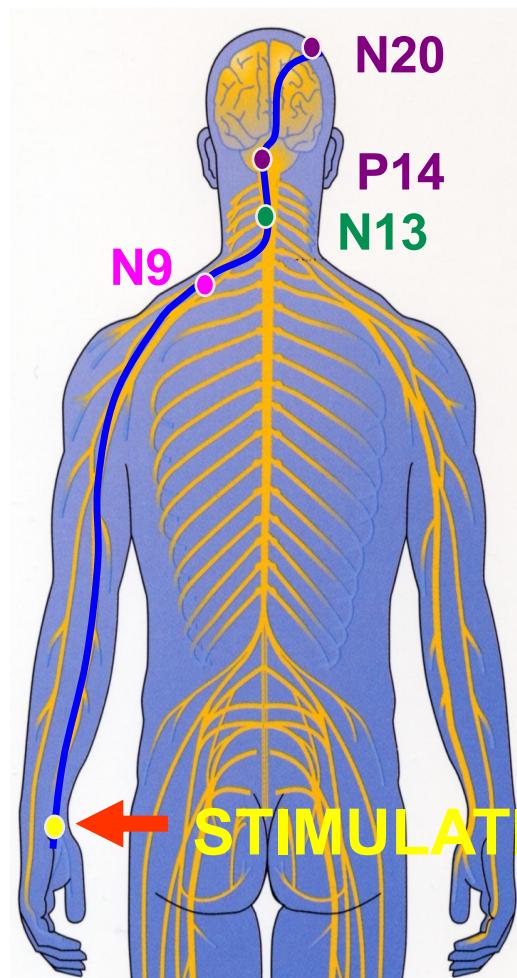


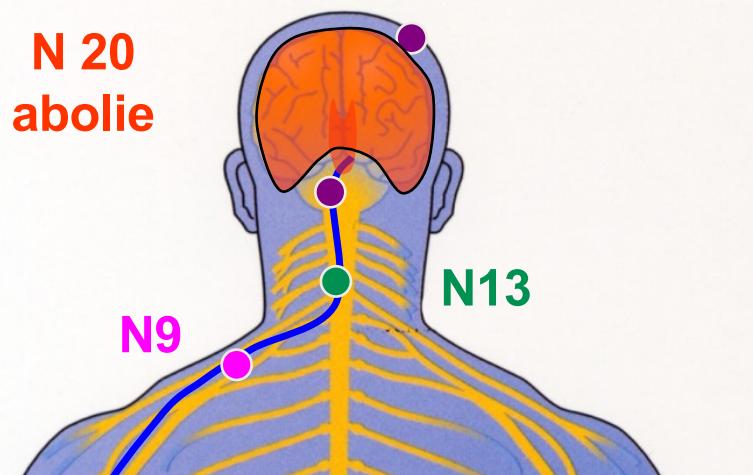
Répéter les EEG



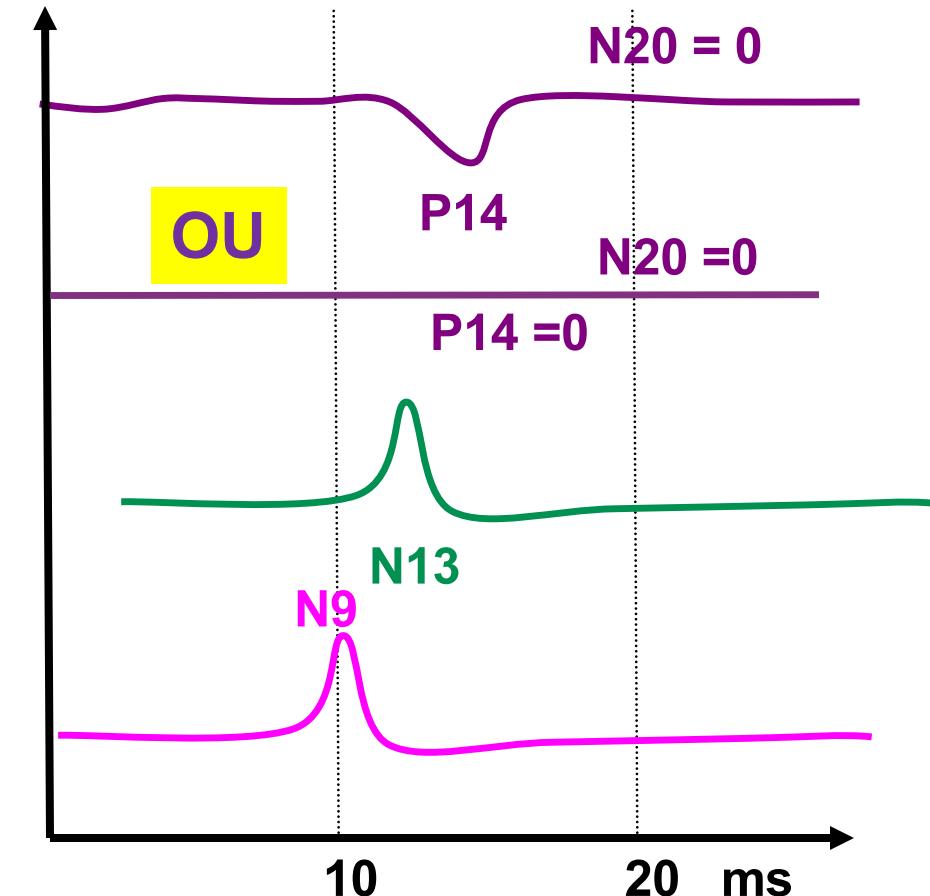
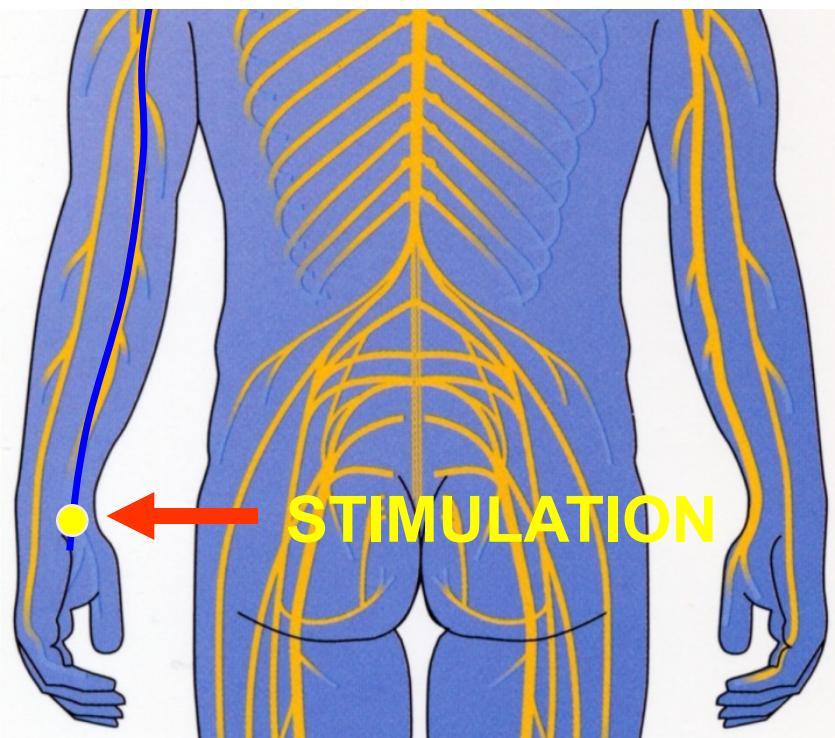
Les potentiels évoqués somesthésiques = les N20

On stimule électriquement un nerf au poignet et on regarde si l'information remonte au cerveau





N20 absente bilatérale -> Péjoratif



N9 = Point d'ERB plexus brachial

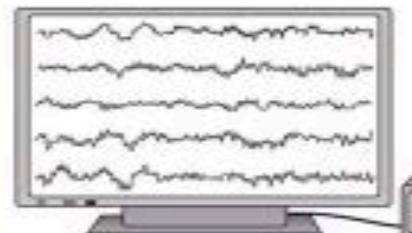
N13 = moelle cervicale

P14 = Noyaux bulbaires, décussation

N20 = Cortex pariétal

D'après Dr Tran D

Neurophysiology



EEG

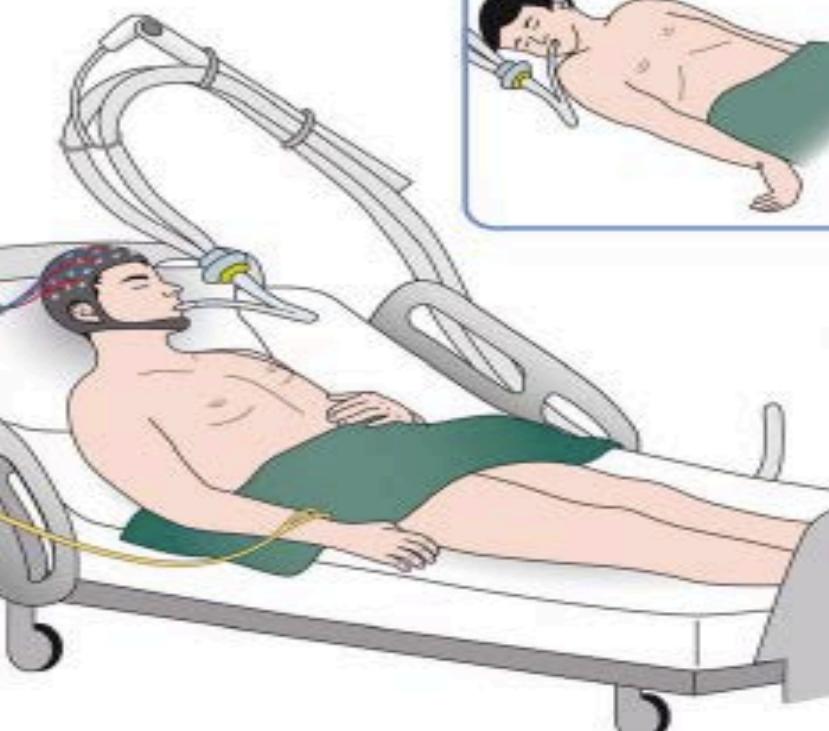


SSEPs

Biomarkers



NSE



Clinical examination



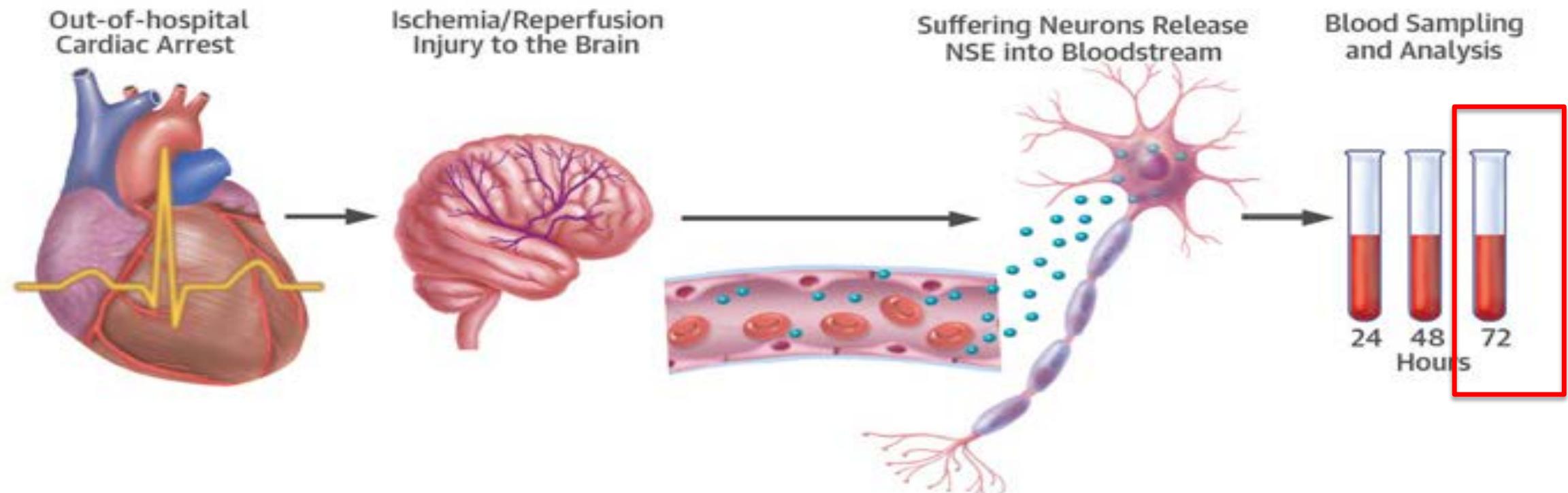
Imaging

CT

MRI



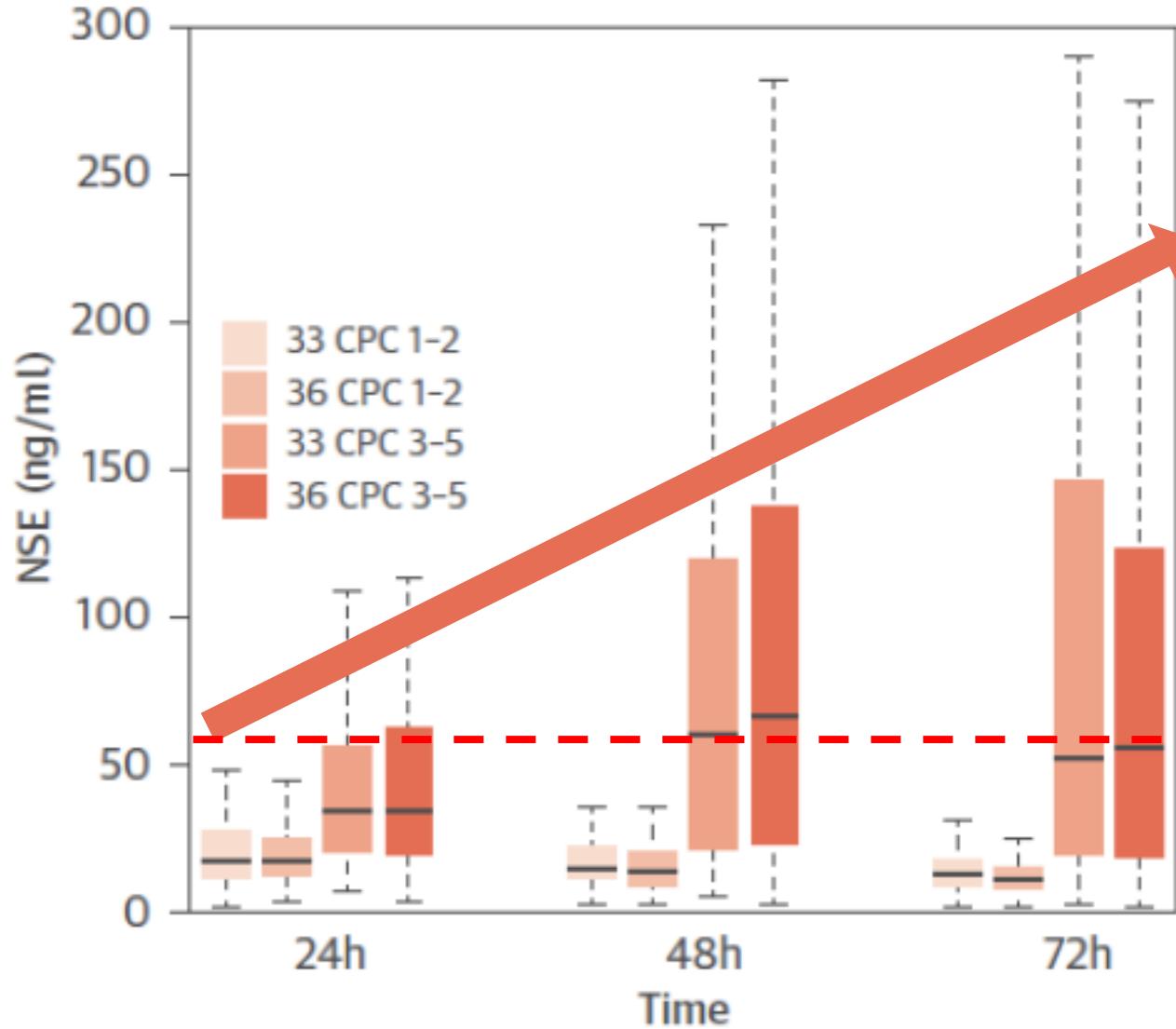
NSE : enzyme du cerveau



NSE >60ng/mL à J3 péjoratif

Stammet, JACC, 2015

NSE

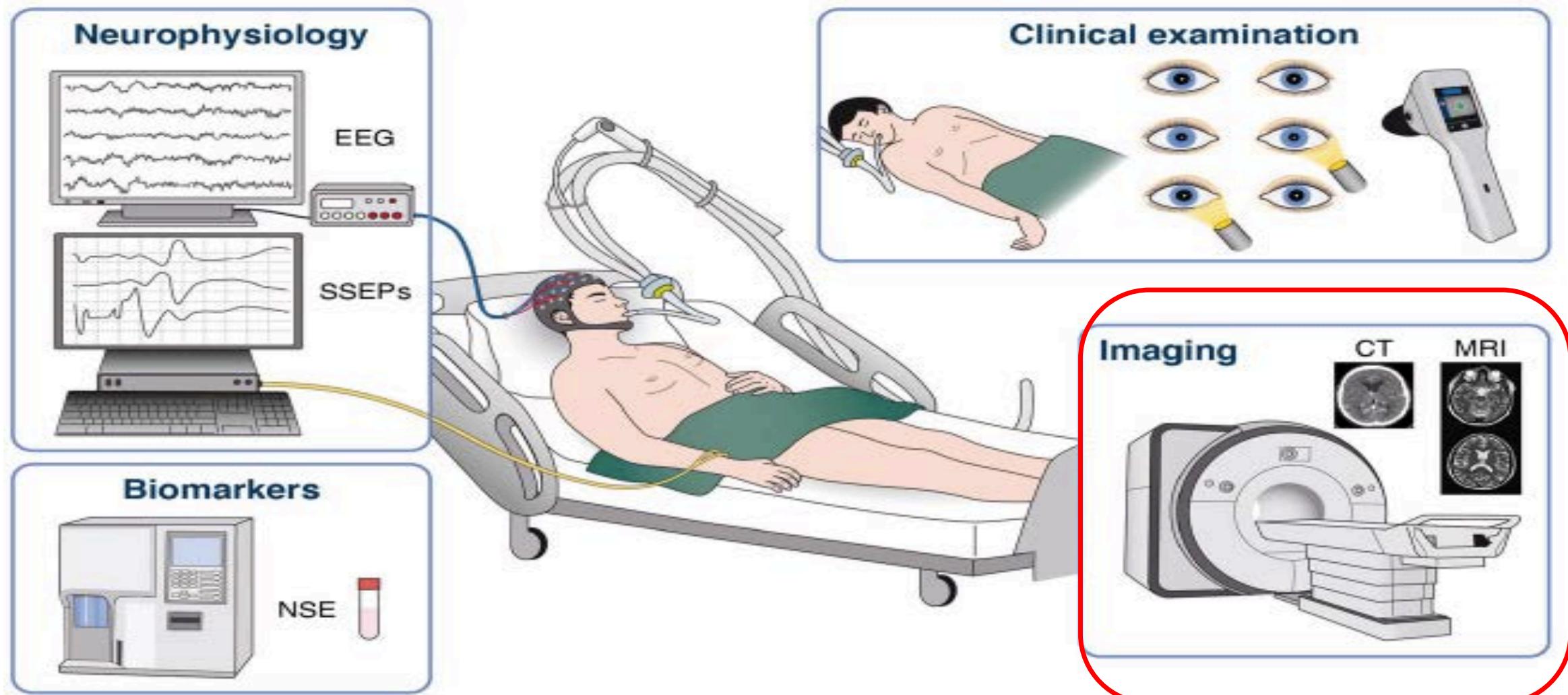


686 patients de TTM1
NSE non disponible pour le pronostic

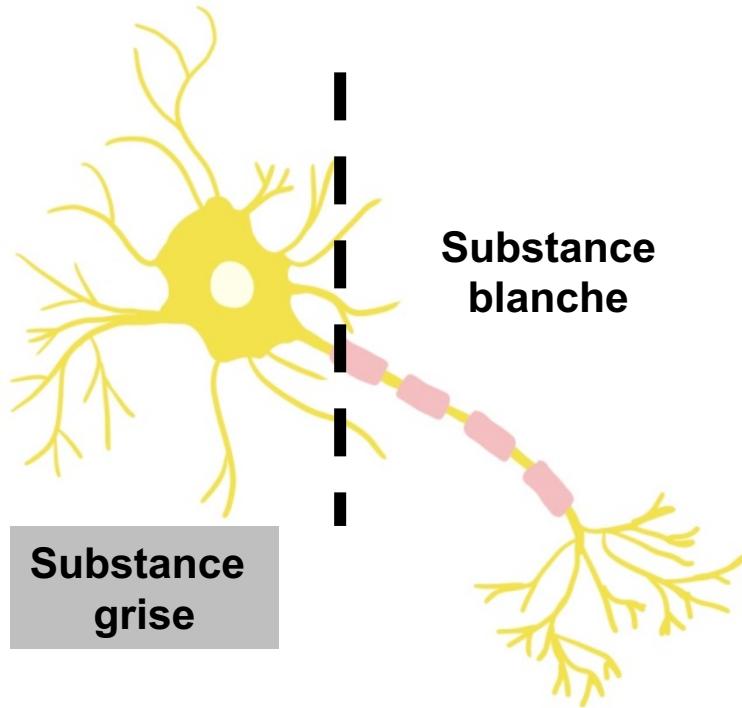
Seuil 60 ng/mL à J2-J3

Se 0,47
Spe 0.99 (0,97-0,97)

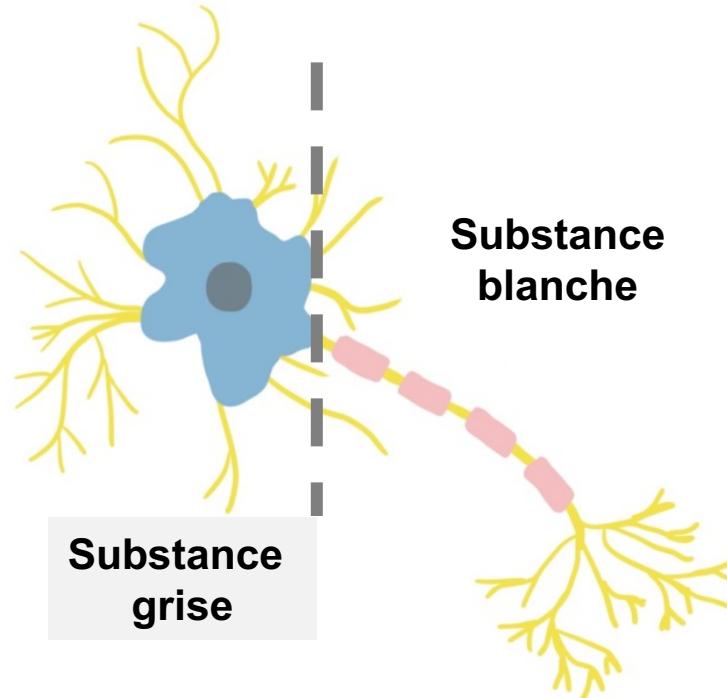
Stammet, JACC, 2015
Wiberg, Plos one



L'imagerie cérébrale, œdème cytotoxique



Neurone
sain



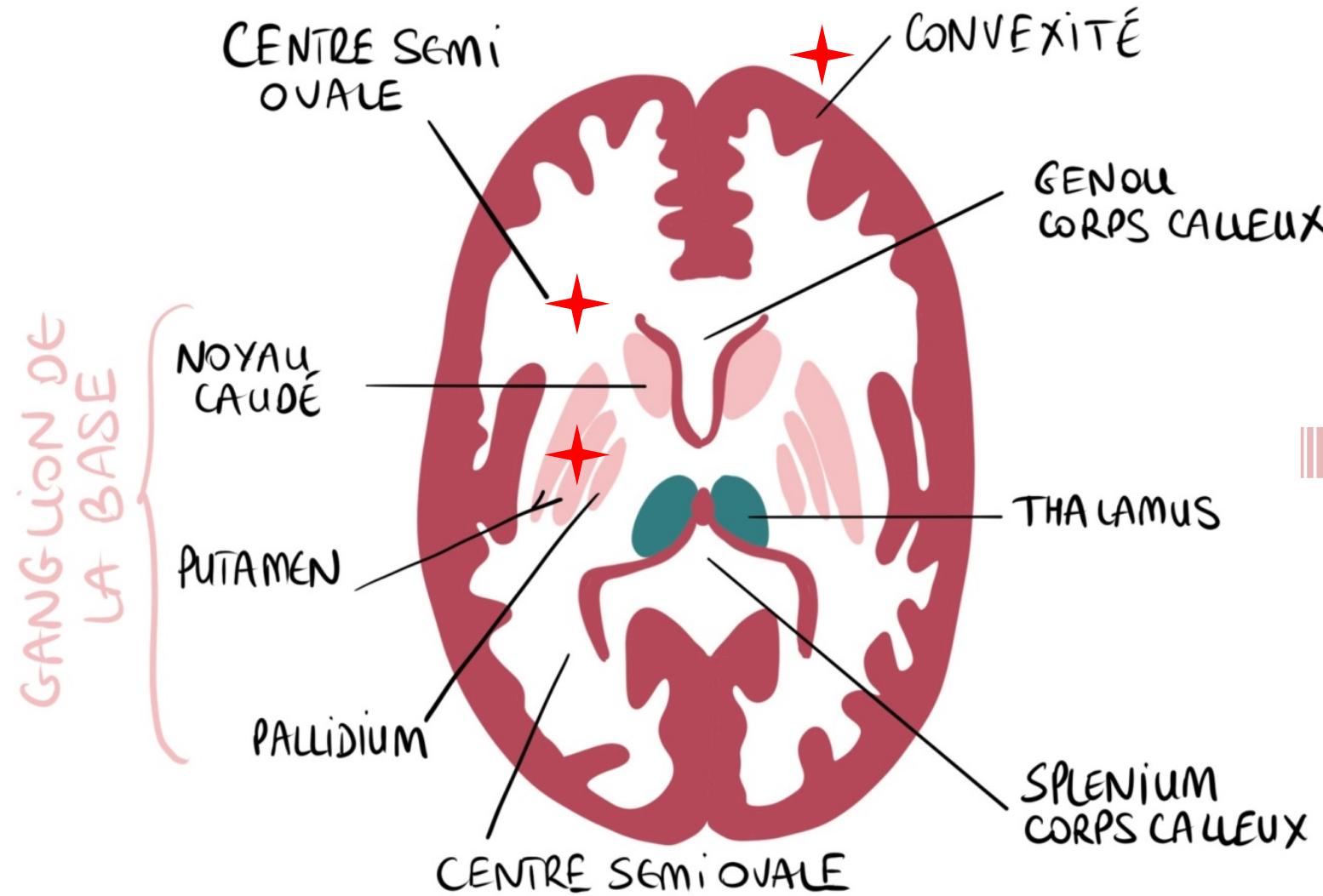
Œdème cytotoxique
du corps neuronal



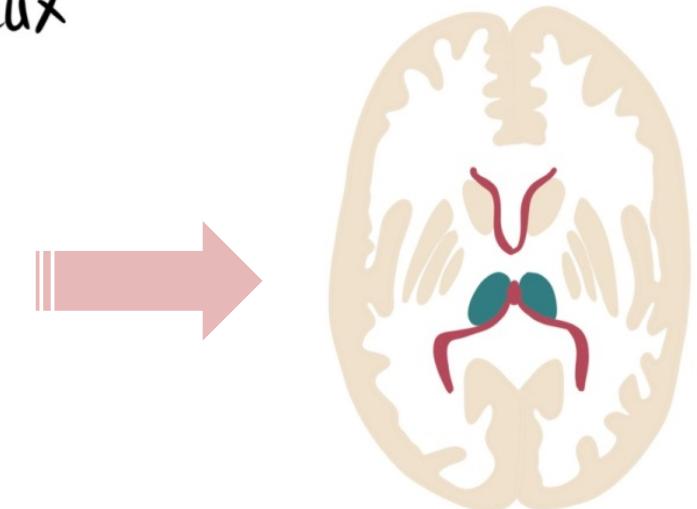
Mort neuronale
Destruction de la myéline



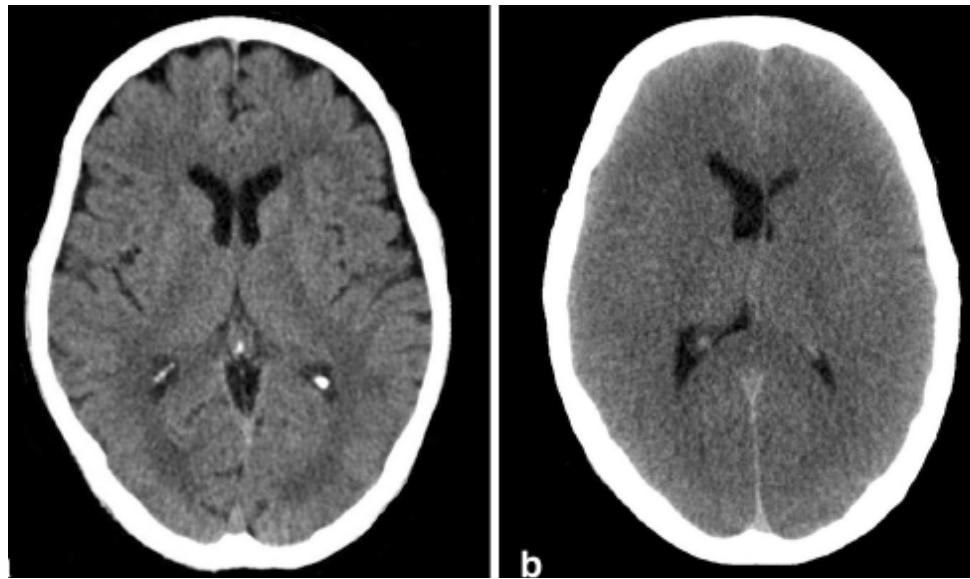
Le calcul du GWR



Diminution du GWR par
Oedème du corps neuronal

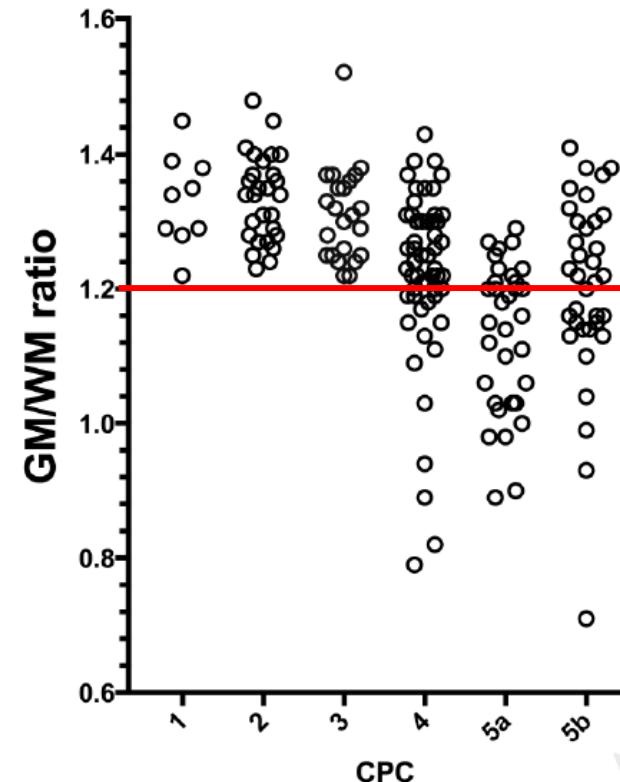


Le Scanner



TDM cérébrale sans injection dans les 24h
N = 346
31% d'œdème défini par GWR <1,21

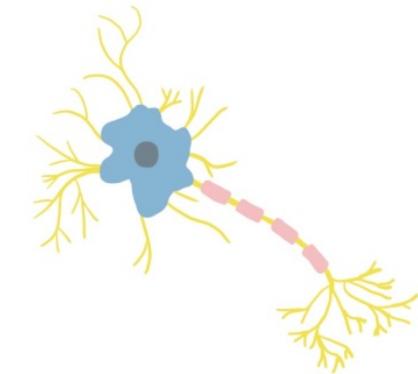
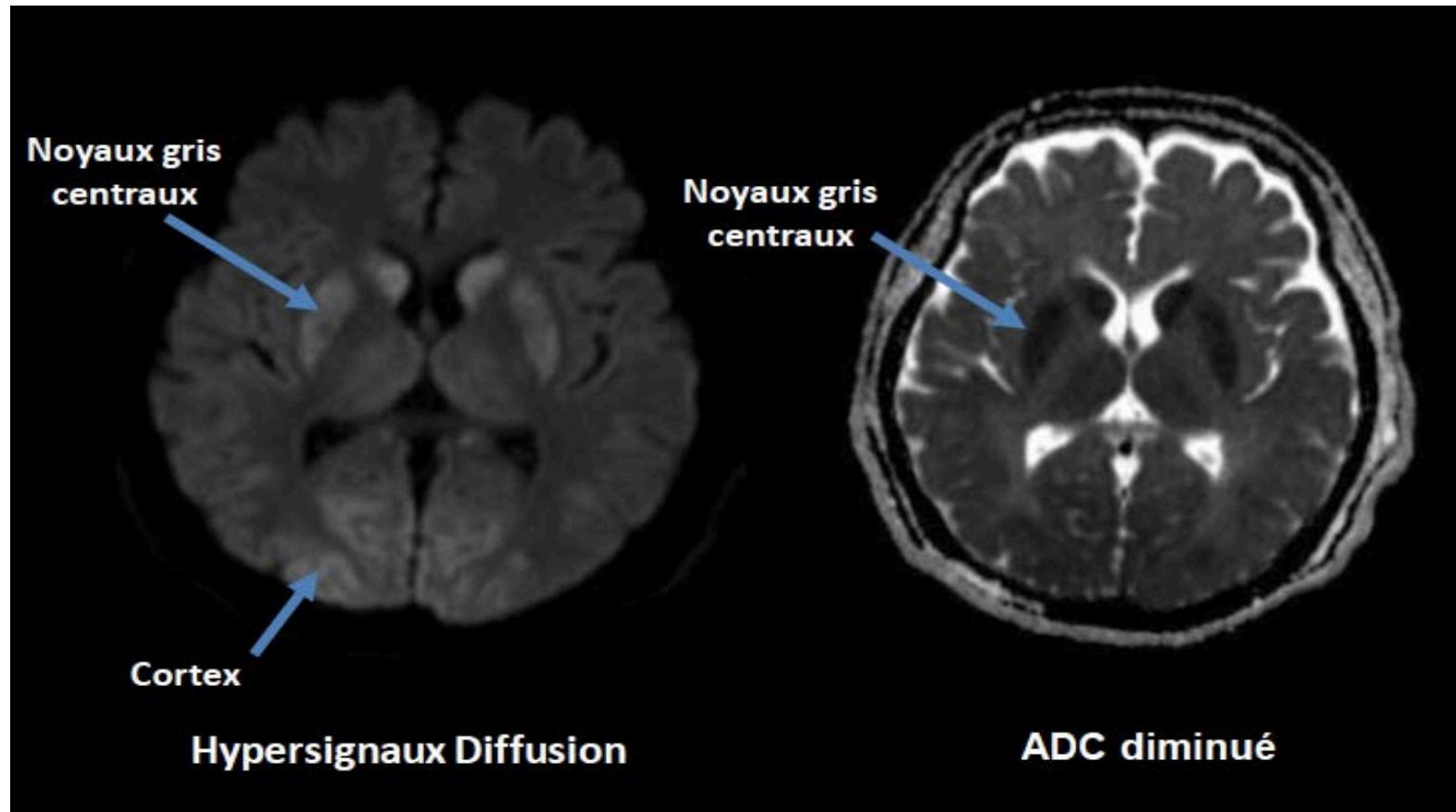
Œdème quantitatif



Seuil GWR entre 1,1 and 1,23 dans les 2h du RACS pour une spécificité à 100%.

L'IRM

Réduction de la diffusion des molécules d'eau secondaire



Œdème cytotoxique



Ischémie

Unconscious patient
Motor score 5 or less at 72 h or later,
and confounders excluded*

At least TWO unfavourable signs:

- No pupillary** and corneal reflexes at 72 h or later
- Bilaterally absent N20 SSEP wave at 24 h or later
- Suppression or burst-suppression on EEG at 24 h or later
- NSE higher than $60\mu\text{g L}^{-1}$ *** at 48 h and / or 72 h
- Status myoclonus**** within 72 h
- Diffuse and extensive hypoxic-ischaemic injury on brain CT at any time or on MRI after 2 days

NO

ANY favourable sign:

- GCS-M 4 or 5
- Continuous, normal voltage EEG background within 72 h
- NSE $17\mu\text{g L}^{-1}$ or less within 72 h
- No diffusion changes on MRI at 2-7 days

NO

Indeterminate outcome
Observe and re-evaluate

YES



Poor neurological outcome very likely

YES



Good neurological outcome likely

50 % des
démarches
pronostiques



Neuroprotection



Recueil du
pronostic neurologique

J1

J2

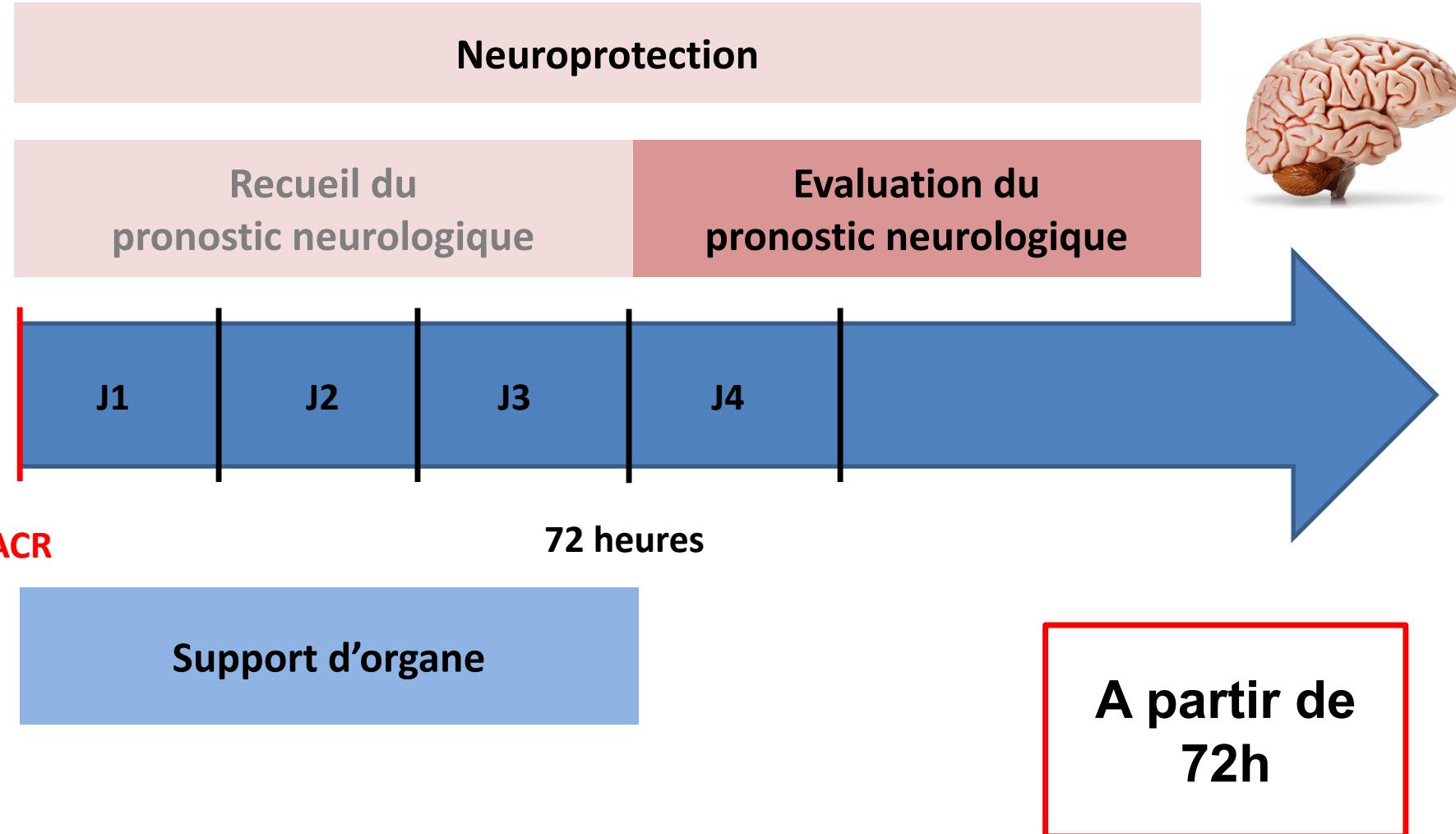
J3

J4

ACR

72 heures

Support d'organe





Neuropronostication post ACR

Dr Marine PAUL

Service de Médecine Intensive Réanimation
Centre hospitalier de Versailles - GHT 78 sud
01.39.63.83.59
mpaul@ght78sud.fr

Association La Vie Après Un Arrêt Cardiaque
RNA : W784011440 - SIREN :932623259 -
Siret :93262325900011
lavieapresacr@gmail.com

