

Le traumatisme crânien – partie 1

Jacques Luauté
Hôpital Henry Gabrielle

PLAN

- Définitions
- Épidémiologie
- Physiopathologie et lésions cérébrales du TC
- Coma – éveil végétatif – éveil conscience
- Les grands tableaux d'altérations chroniques de la conscience

Définitions



- La notion de traumatisme crânien, ou traumatisme cranio-cérébral, couvre les traumatismes du neurocrâne et du cerveau. Les manifestations cliniques dépendent de l'importance de l'impact et des facteurs associés. Wikipédia

Épidémiologie dans le monde

- TC : cause principale de décès et de handicap avec retentissement potentiellement dévastateur sur les patients et leur famille
- Variation importante de l'incidence et de la prévalence selon les pays
- > 90% TC légers
- Pays riches: personnes âgées (≥ 65) victimes d'un TC (surtout après une chute) représentent 30 – 40 % des admissions à l'hôpital (alcool ++)
- Pays en voie de développement: TC surtout liés aux AVP
- Systèmes de santé très disparates entre les pays riches et en voie de développement (urgences, soins post-urgence...)
- Attention plus marquée sur les sports d'équipe à risque de commotion cérébrale mais encore de nombreux accidents dans les sports individuels
- Lien bilatéral entre violence et TC (risque majoré pour les femmes)

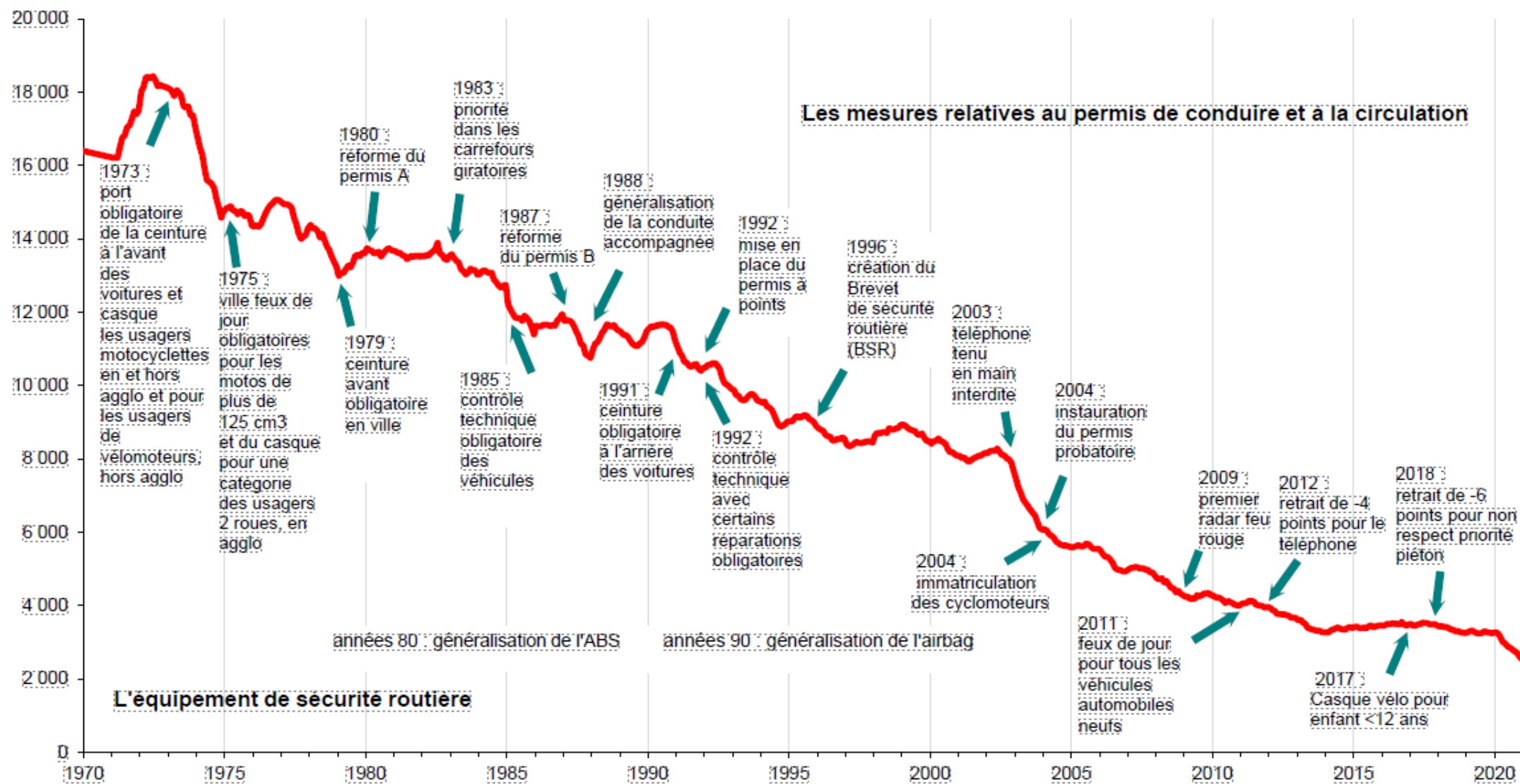
Épidémiologie en France

- Fréquence:
 - 150 - 500 TC pour 100 000 hab.
 - Environ 3000 nouveaux handicaps sévères/an
- Population de 100 000 personnes...
- Sexe-ratio : 2 hommes pour 1 femme
- 2 pics : 15-24 ans et + de 75 ans
- 2 tendances qui s'opposent au cours des dernières décennies:
 - Diminution de l'accidentologie => moins d'accident
 - Progrès de la réanimation => plus de survivants
- Très grande hétérogénéité de la population

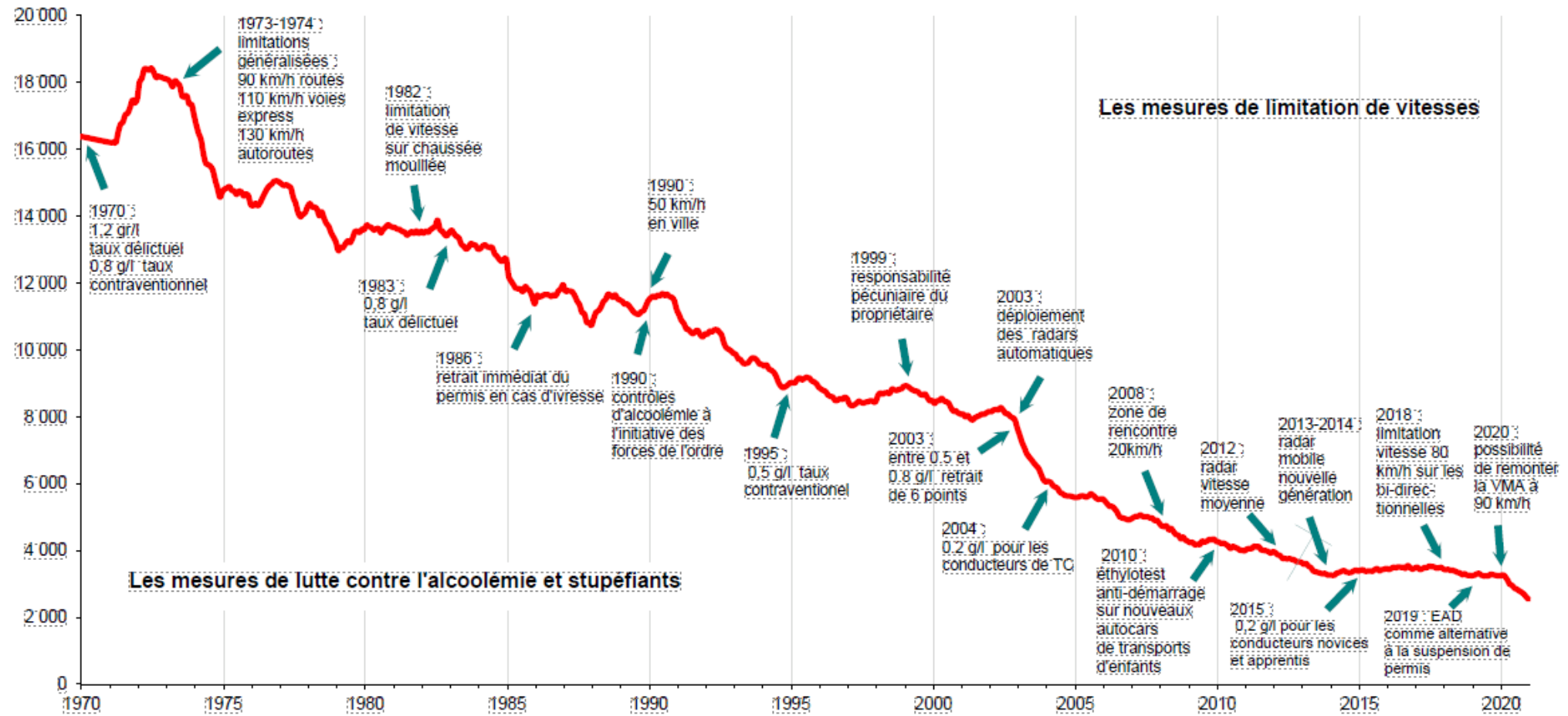
Mathé et al. Ann Fr Anesth Reanim. 2005

Brown et al. APMR - 2008

Évolution de la mortalité routière en France métropolitaine et les mesures prises en matière de sécurité 1970 – 2020 (moyenne glissante sur 12 mois)



Évolution de la mortalité routière en France métropolitaine et les mesures prises en matière de sécurité 1970 - 2020 (moyenne glissante sur 12 mois)



Le téléphone au volant peut vous coûter une suspension de permis

SÉCURITÉ ROUTIÈRE

Avoir son téléphone dans la main tout en conduisant peut désormais entraîner une **suspension immédiate du permis de conduire** dans plusieurs départements français. Déjà appliquée dans les Landes, le Lot-et-Garonne et le Pas-de-Calais, cette mesure s'étend à la Charente-Maritime à compter du **1^{er} mai 2026**.

- « Lire un message en conduisant multiplie le risque d'accident par 23 : il oblige le conducteur à détourner les yeux de la route pendant en moyenne 5 secondes. » site de la sécurité routière

Gravité du TC selon le score de Glasgow

- TC léger si le score de Glasgow est >12
- TC modéré si score de Glasgow entre 9 et 12 inclus
- TC grave si score de Glasgow est ≤ 8 .

Autre classification de sévérité

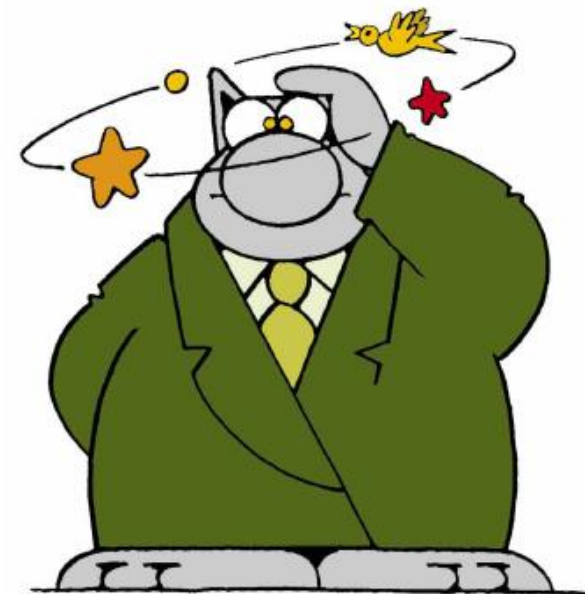
- Center for Disease Control (USA)

	Catégories de sévérité du TC		
	Léger	Modéré	Sévère
Imagerie cérébrale	Normale	Normale ou anormale	Normale ou anormale
Score AIS	1 - 2	3	4 - 6
GCS initial	13 - 15	9 - 12	3 - 8
Durée de coma	< 30 minutes	30 minutes – 24 heures	> 24 heures
Durée d'APT	0 - 1 jour	Entre 1 et 7 jours	> 7 jours

Le TC léger

Le TC Légers n'est pas toujours léger !

- # 80% des TC aux urgences
- 10 à 25% des TC légers vont garder un syndrome post-commotionnel (SPC) persistant (au-delà de 3 mois) voire définitif, avec un retentissement familial, scolaire, socio-professionnel.



80 000 traumatisés crâniens légers, chaque année, en France. Un événement apparemment anodin... des conséquences parfois durables... une prévention efficace.

www.francetraumatismecranien.fr
francetraumatismecranien@gmail.com



TC Légers, syndrome de stress post traumatique SSPT et syndrome post-commotionnel

- Syndrome post-commotionnel
 - Céphalées,
 - Fatigue et fatigabilité,
 - Vertiges,
 - Irritabilité,
 - Lenteur, troubles de la mémoire, de l'attention...
- SSPT
 - Insomnies
 - Reviviscences
 - Angoisses
 - Évitement

Questionnaire Rivermead sur les symptômes du syndrome post-commotionnel*

Après un traumatisme crânien ou un accident, certaines personnes présentent des symptômes qui peuvent occasionner des inquiétudes ou constituer des nuisances. Nous aimerions savoir si vous présentez actuellement l'un des symptômes ci-dessous. Étant donné que beaucoup de ces symptômes sont observés ordinairement, nous aimerions que vous compariez votre état actuel avec celui d'avant l'accident. Pour chacun d'eux, veuillez entourer le chiffre qui correspond le plus à votre réponse.

- 0 = Aucun problème
- 1 = Ne pose pas plus un problème qu'avant
- 2 = Pose un problème léger
- 3 = Pose un problème modéré
- 4 = Pose un problème grave

Par rapport à votre état d'avant l'accident, souffrez-vous maintenant (p. ex., au cours des dernières 24 heures) de ce qui suit :

Maux de tête	0	1	2	3	4
Sensations d'étourdissement.....	0	1	2	3	4
Nausées ou vomissements.....	0	1	2	3	4
Sensibilité au bruit, facilement					
perturbable par un bruit intense	0	1	2	3	4
Troubles du sommeil	0	1	2	3	4
Fatigue, plus facilement fatigable	0	1	2	3	4
Irritable, facilement en colère.....	0	1	2	3	4
Sentiment de dépression, pleurs.....	0	1	2	3	4
Sentiment de frustration ou d'impatience.....	0	1	2	3	4
Perte de mémoire, mauvaise mémoire	0	1	2	3	4
Mauvaise concentration	0	1	2	3	4
Pensée plus lente	0	1	2	3	4
Vision trouble.....	0	1	2	3	4
Sensibilité à la lumière, facilement					
perturbable par la lumière vive	0	1	2	3	4
Vision double.....	0	1	2	3	4
Agitation.....	0	1	2	3	4
Plus d'énergie.....	0	1	2	3	4

Éprouvez-vous toute autre difficulté?

Veuillez préciser, puis notez cette difficulté de la même manière que ci-dessus :

1. _____ 0 1 2 3 4
2. _____ 0 1 2 3 4

Physiopathologie

- Physiopathologie des manifestations débattue (probablement intrication entre lésions organiques de la substance blanche, mieux visualisées par les nouvelles techniques d'imagerie (tenseur de diffusion) et retentissement psychologique (état de stress post-traumatique)).
- Facteurs prédictifs de survenue: sévérité des lésions, état antérieur (notamment ATCD psychiatriques), contexte de survenu (AT, accident avec tiers responsable...).

Proposition de PEC en ile de France : 4 étapes successives

- 1) Détecter dans un service d'urgence l'ensemble des TCCL qui présente les premiers facteurs de risque d'évolution défavorable : violence de l'accident, score à l'échelle de coma de Glasgow à 13 ou 14, amnésie post-traumatique prolongée, sévérité des symptômes initiaux (céphalées, vomissements, sensations vertigineuses), contexte d'agression, antécédents psychiatriques, âge > 50 ans, état de stress post-traumatique aigu, et/ou lésion documentée sur l'imagerie cérébrale éventuelle...
- 2) Recontacter par l'IDE coordonnatrice par téléphone les patients identifiés « à risque » 8 à 15 jours après le TC. L'identification s'effectue soit en fonction des éléments collectés initialement, soit par la persistance voire l'accentuation de la symptomatologie détectée par le télésuivi ;

Proposition de PEC en Ile de France : 4 étapes successives

- 3) En cas de problèmes persistants l'IDE coordinatrice peut proposer au patient dans les 15 jours suivants une consultation spécialisée
- 4) À l'issue de cette consultation, il pourra être proposé :
 - Simple surveillance avec une réassurance, conseils de reprise progressive d'activité si l'évolution semble favorable,
 - Soit une PEC en ambulatoire en ville (médecin traitant et/ou psychologue et/ou orthophoniste) + consultation de suivi éventuelle à un mois par une équipe sensibilisée et formée à cette pathologie ;
 - Soit, si les troubles sont plus sévères et invalidants (environ 10 à 25 % de l'effectif initial), une prise en charge pluridisciplinaire brève en HDJ-SSR dans un service de MPR spécialisé sur une dizaine de séances avec programme de psycho-éducation (remédiation cognitive, sommeil, douleur, reprise progressive d'activités antérieures, adaptation sociale et émotionnelle).

Colloque de France Traumatisme Crânien – CRFTC sur le TC léger

Le 20 novembre à Paris (ministère de santé)



FRANCE TRAUMATISME CRÂNIEN

Association nationale des professionnels
au service des traumatisés crâniens

[GLOSSAIRE](#) [LIENS UTILES](#) [CONNEXION / MON COMPTE](#)

RECHERCHER

OK

[> L'ASSOCIATION](#) [> FORMATION ET RECHERCHE](#) [> ACTIONS](#) [> RÉGIONS](#) [> TRAUMATISME CRÂNIEN LÉGER \(TCL\)](#)

TRAUMATISME CRÂNIEN LÉGER (TCL)

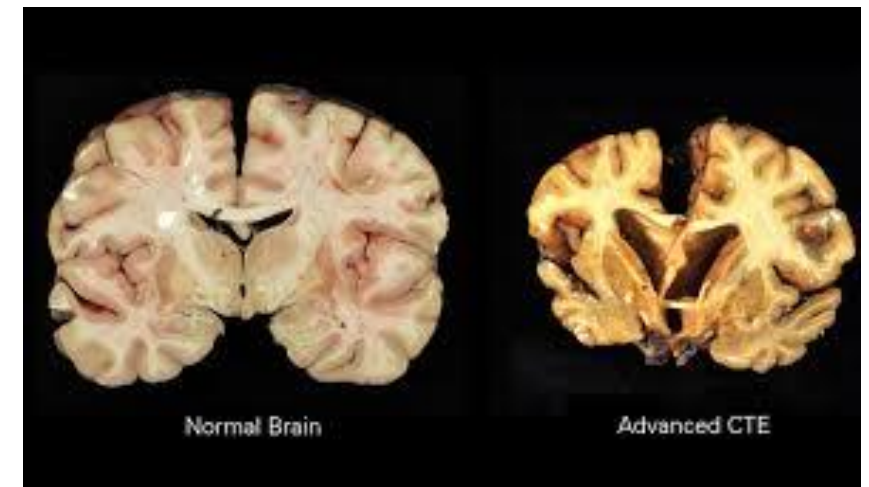
Quelles conséquences à distance ?

Comment faire pour les prévenir ?



TC Léger sport et Encéphalopathie post traumatique

- Critères diagnostiques mieux établis
- Exposition à des impacts répétés (sport...)
- Atteinte cognitive authentifiée (mémoire épisodique, syndrome dysexécutif cognitif ou comportemental)
- Processus évolutif de type démentiel
- Pas d'autres causes neurologiques ou psychiatriques authentifiée
- Diagnostic de certitude post-mortem avec dépôt de protéines Tau dans les régions exposées





PRISE EN CHARGE DE LA COMMOTION CÉRÉBRALE

Recommandations générales pour la pratique sportive en France

GRUPPE DE TRAVAIL DU MINISTÈRE DES SPORTS ET DES JEUX OLYMPIQUES ET PARALYMPIQUES

DIRECTION DES SPORTS - MARS 2024

Tableau 1 : SIGNES

La présence d'un seul des signes suivants, observés ou rapportés immédiatement après l'impact, et non expliqué par une autre cause, confirme le diagnostic de commotion cérébrale

	OUI	NON	RECOURS MEDICAL SANS DELAI Indication à l'imagerie cérébrale
Perte de connaissance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Perte ou détérioration de l'état de conscience ; GCS < 15 à 30 min
Convulsion, crise tonique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Convulsion
Incoordination motrice observée en se relevant ou en position debout (ataxie)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Amnésie des faits suivant le traumatisme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Réactivité réduite ou réponses inappropriées aux stimuli externes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Amnésie > 30 min
Lenteur à répondre aux questions ou aux instructions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Comportement agité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Incapacité de suivre des commandes en double tâche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Désorienté	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Imagerie cérébrale (si réalisée) montrant des images traumatiques cérébrales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

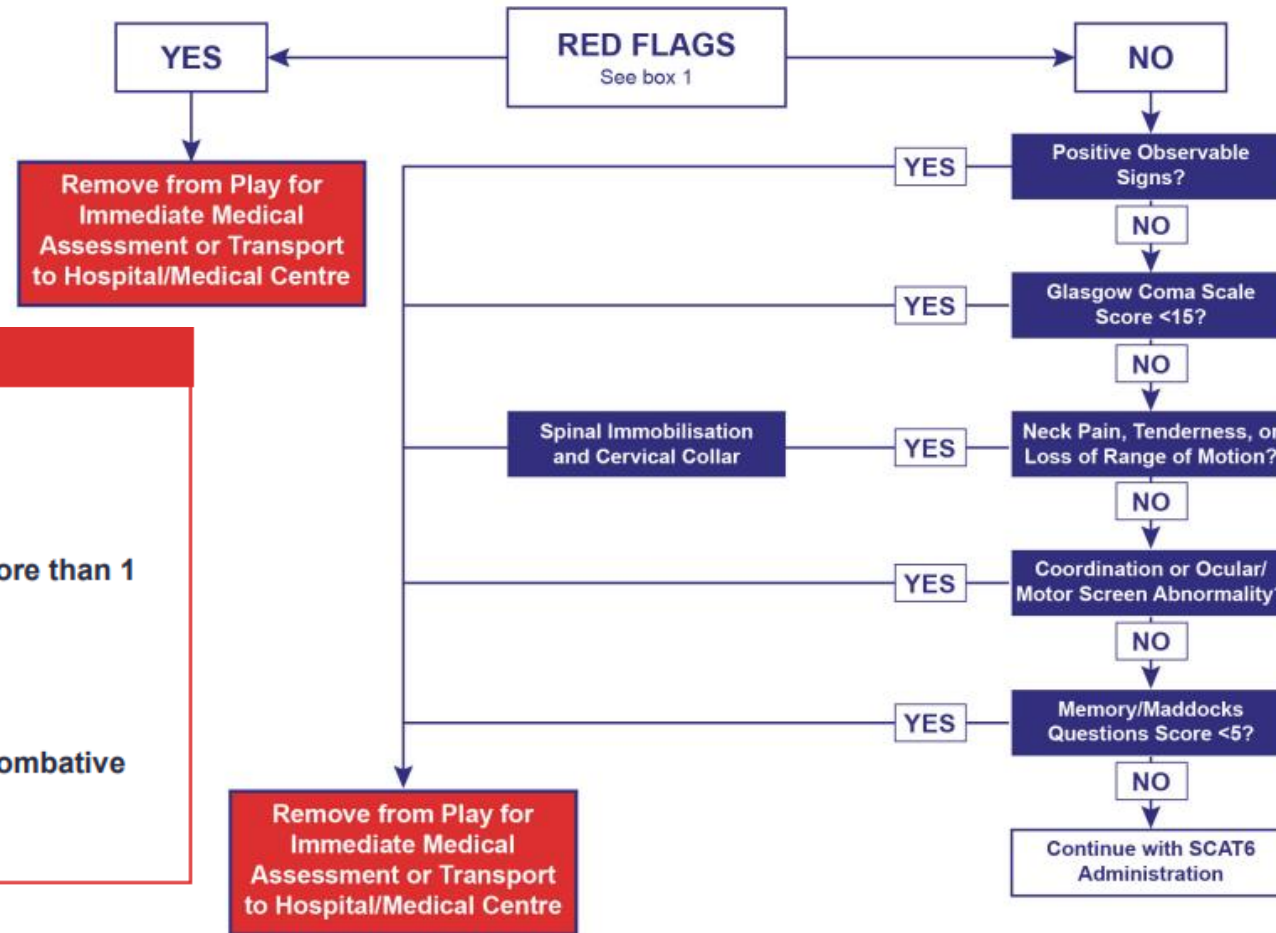
Tableau 2 : SYMPTÔMES

La présence d'au moins 2 des symptômes suivants, inhabituels ou exacerbés, observés ou rapportés moins de 72h après l'évènement, non expliqués par une autre cause, et associé à un signe d'examen clinique anormal du tableau 3 confirme le diagnostic de commotion cérébrale.

Au moins deux symptômes présents sans aucune autre anomalie permet d'évoquer le diagnostic de suspicion de commotion cérébrale.

		OUI	NON	RECOURS MEDICAL SANS DELAI Indication à l'imagerie cérébrale	
Agitation aiguë de l'état mental	Je me sens confus(e)				
	Je me sens sonné(e)				
	Je me sens désorienté(e)				
Symptômes physiques	J'ai mal à la tête, ma tête est lourde			Mal de tête croissant	
	Mal au cou important (suspicion de traumatisme cervical)			Traumatisme cervical ?	
	Faiblesse ou sensation de picotement/brûlure dans les bras ou les jambes			Lésion cérébrale ?	
	Je ressens des vertiges, des étourdissements				
	Je ressens des troubles de l'équilibre				
	J'ai des nausées, je vomis			Vomissements (plus d'une fois)	
	J'ai des troubles de la vue (vision colorée, trouble, champ visuel diminué...)			Diplopie	
	Je suis gêné(e) par la lumière				
	Je suis gêné(e) par le bruit				
	Symptômes cognitifs	Je me sens ralenti(e)			
		J'ai l'impression d'être dans le brouillard			
J'ai du mal à me concentrer					
J'ai des troubles de la mémoire					
Symptômes émotionnels	Je suis plus émotif.ve			Nervosité, agitation ou agressivité croissantes	
	Je suis plus irritable				

Protocole post-commotion dans le sport – le SCAT 6 (sport concussion assessment tool)



- Box 1: Red Flags**
- Neck pain or tenderness
 - Seizure or convulsion
 - Double vision
 - Loss of consciousness
 - Weakness or tingling/burning in more than 1 arm or in the legs
 - Deteriorating conscious state
 - Vomiting
 - Severe or increasing headache
 - Increasingly restless, agitated or combative
 - GCS <15
 - Visible deformity of the skull

Step 1: Observable Signs

Witnessed Observed on Video

Lying motionless on playing surface	Y	N
Falling unprotected to the surface	Y	N
Balance/gait difficulties, motor incoordination, ataxia: stumbling, slow/laboured movements	Y	N
Disorientation or confusion, staring or limited responsiveness, or an inability to respond appropriately to questions	Y	N
Blank or vacant look	Y	N
Facial injury after head trauma	Y	N
Impact seizure	Y	N
High-risk mechanism of injury (sport-dependent)	Y	N

For use by Health Care Professionals only

British Journal of
Sports Medicine


Le TC modéré et grave

Épidémiologie

- Causes
 - AVP 60%
 - Chutes 25%
 - Sports, agressions 15%

Physiopathologies et lésions

- Elle dépend d'abord de la cause du TC



Population
Très hétérogène

Les différents types de lésion

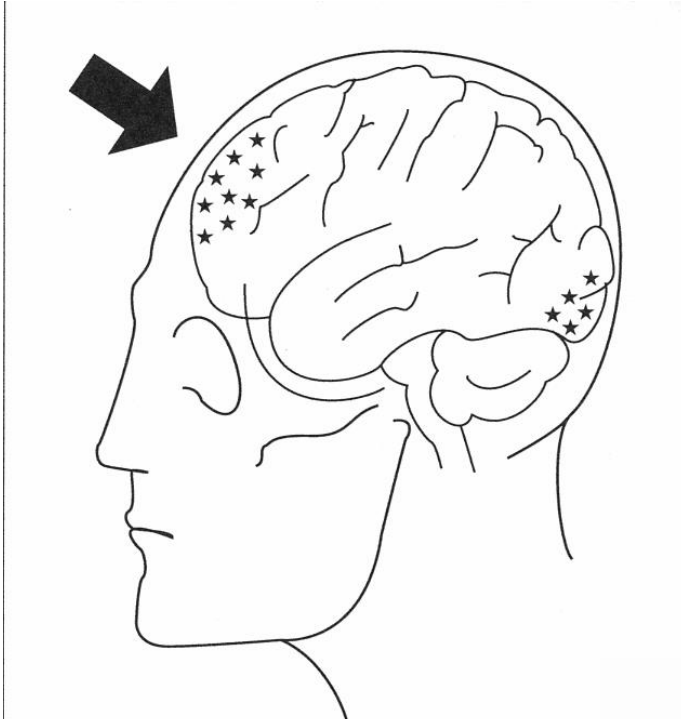
- Les lésions primaires
 - intra-crâniennes, intra-cérébrales focales
 - intra-crâniennes, intra-cérébrales diffuses
 - intra-crâniennes, extra-cérébrales
 - Les lésions vasculaires
- Les lésions secondaires
 - lésions consécutives à l'engagement
 - Les ACSOS
- Les lésions tertiaires
 - Lésions dégénératives

Le bilan lésionnel

- Le scanner cérébral: examen de référence
 - Réalisé de façon systématique en urgence lorsqu'il existe une altération de la conscience
 - Recherche d'une lésion nécessitant une intervention chirurgicale (hématome sous- extra-dural, plaie cranio-encéphalique, embarrure, fistule carotido-caverneuse)
- L'IRM est utile pour détecter les lésions axonales diffuses et les lésions de la fosse cérébrale postérieure

Les lésions intra-crâniennes, intra-cérébrales focales

Contusion hémorragique



Tiré de Sichez et Faillot 1995

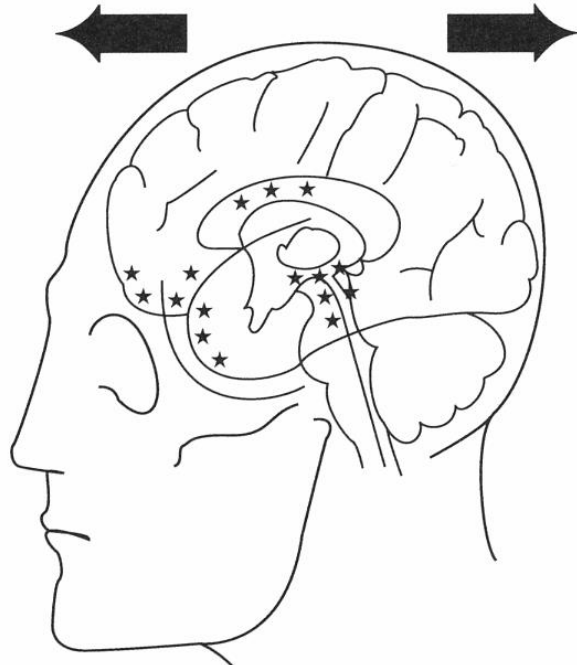
Mécanisme : Lésion du coup et du contre-coup



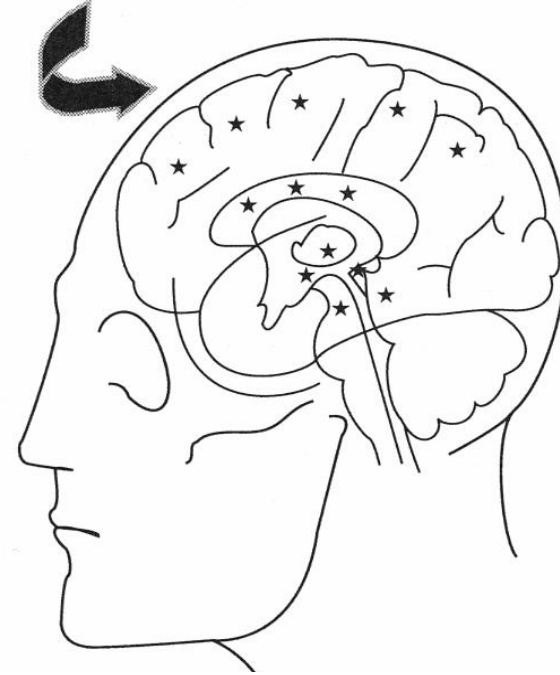
Aspect scannographique : Lésion hyperdense bi-frontale et temporale droite (mieux visible à 24-48h)

Les lésions intra-crâniennes, intra-cérébrales diffuses

Les lésions axonales diffuses (LAD)



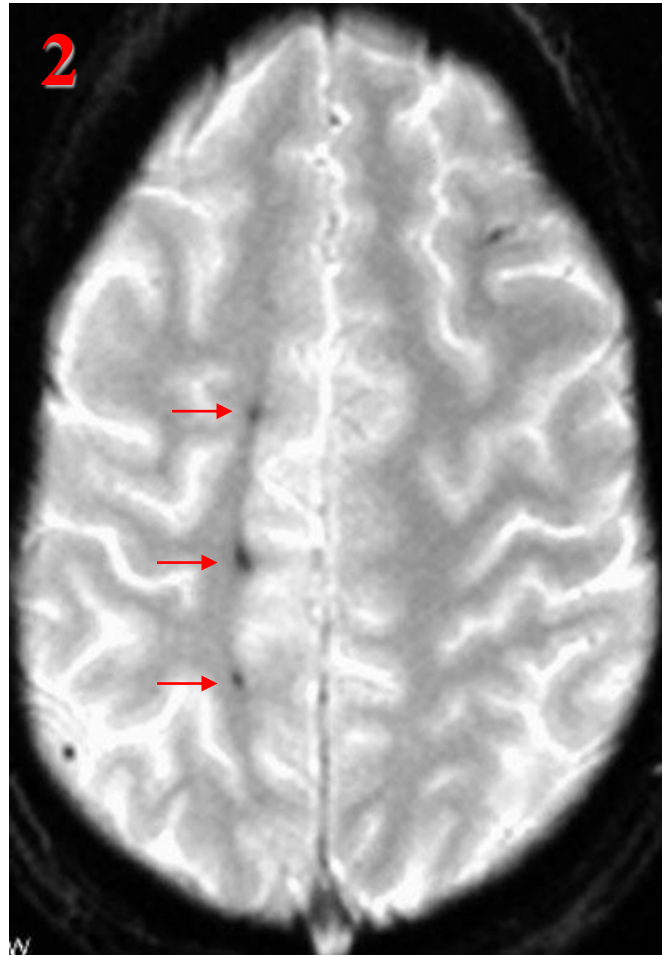
Tiré de Sichez et Faillot 1995



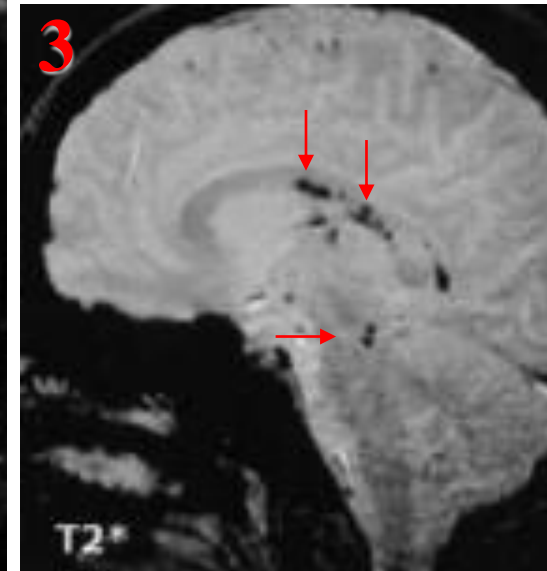
Tiré de Sichez et Faillot 1995

Mécanisme : cisaillement de la substance blanche à la jonction substance blanche-substance grise par décélération brutale +/- mécanisme de rotation

Tiré de Sichez J.P., Faillot 1995



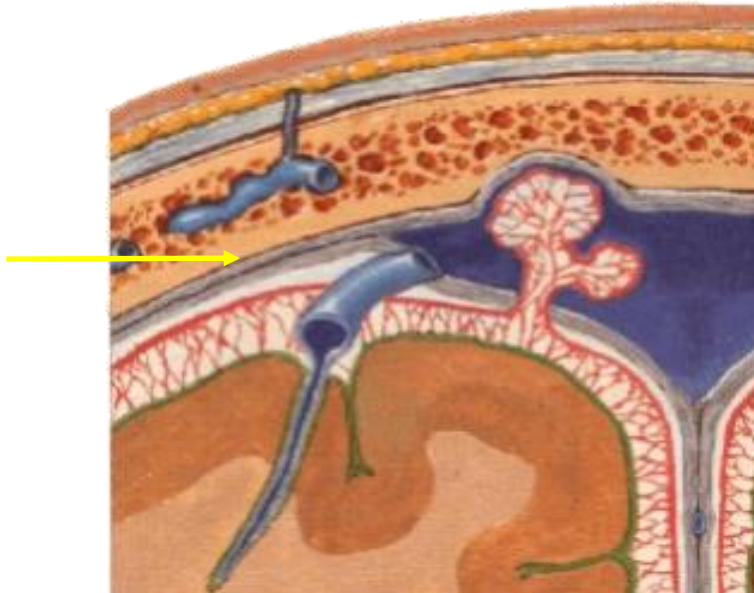
LAD
hémorragiques 2



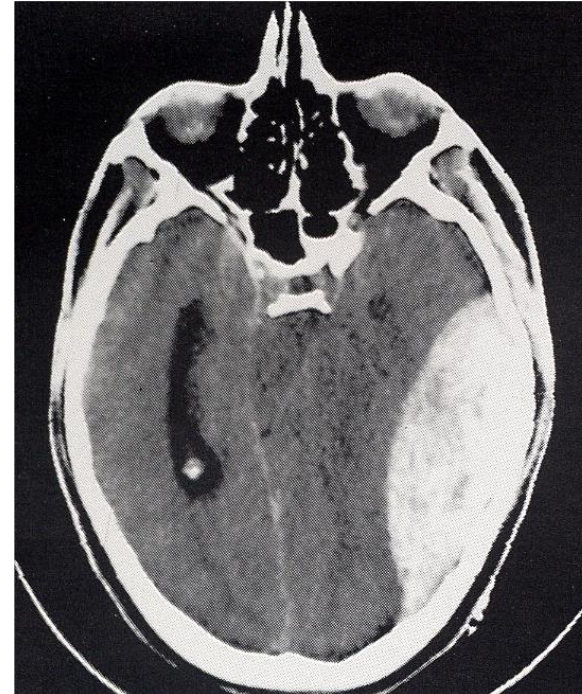
- LAD hémorragique non visible sur le scanner cérébral (1)
- Visible en hyposignal sur l'IRM en pondération T2 (2) et T2* (3)
 - LAD à la jonction substance blanche – substance grise (2)
 - LAD au niveau du corps calleux et du tronc cérébral (3)

Les lésions intra-crâniennes extra-cérébrales

Hématome extra-dural



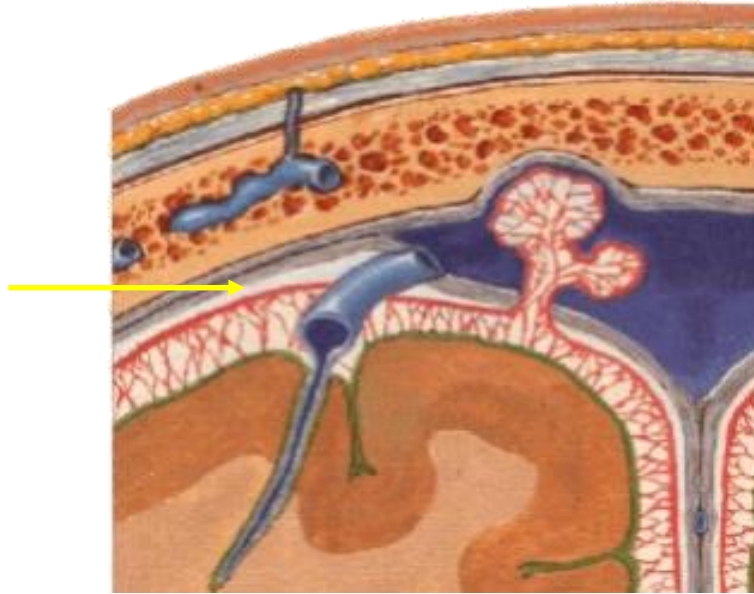
Mécanisme : collection
de sang entre l'os et la
dure-mère



Aspect scannographique : lésion
hyperdense homogène bi-
convexe au niveau de la
convexité

Les lésions intra-crâniennes extra-cérébrales

Hématome sous-dural aigu



Mécanisme : collection de sang entre la dure-mère et le cerveau



Aspect scannographique : lésion hyperdense homogène biconcave de la convexité

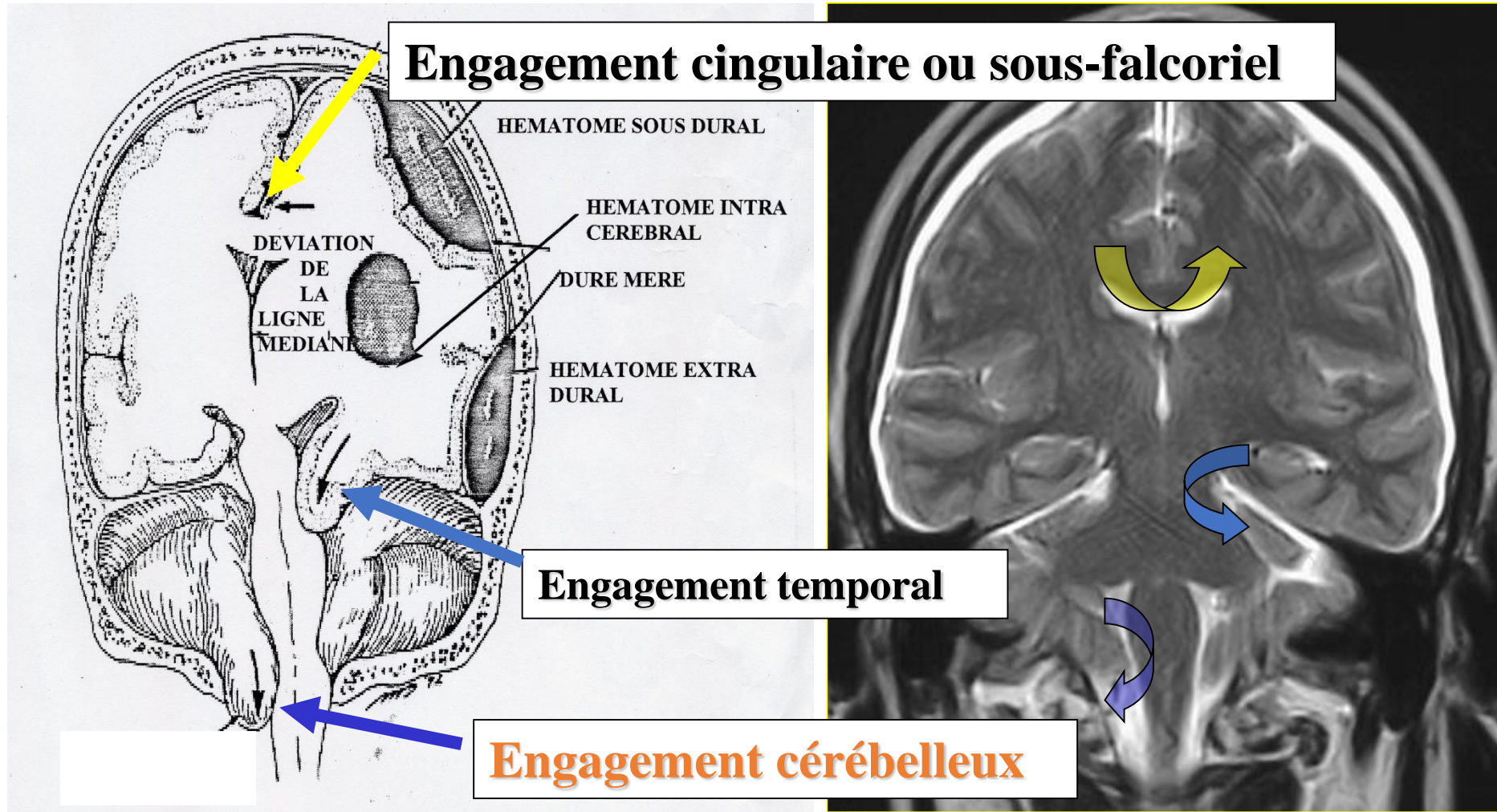
Les lésions intra-crâniennes intra et extra-cérébrales

Embarrure



**Embarrure avec
contusion
hémorragique
cérébrale en regard**

Lésions consécutives à l'engagement cérébral



Pourquoi et comment définir les états de conscience altérée ?

- Progrès de la neuro-réanimation et survie de patients non ou peu communicants
- Différents tableaux sont progressivement décrits « multitude nosologique » d'étiologies diverses (TC, AVC, anoxie...)
- Tentatives de regroupements sur la base de comportements communs observés (syndromes), de la physio-pathologie, de la dépendance et de la capacité relationnelle, de la possibilité de progrès (état ?) ...
- Un point commun « la conscience » et son altération

Coma et stupeur

*Syndrome
apallique*

État végétatif

*Mutisme
akinetique*

*État pauci-relationnel
- EPR*

*État de conscience
minimale*

*Syndrome d'éveil
non répondant*

*état médié par le
cortex*

Conscience cachée et DCM

Quelle conscience ?

- Niveau de conscience

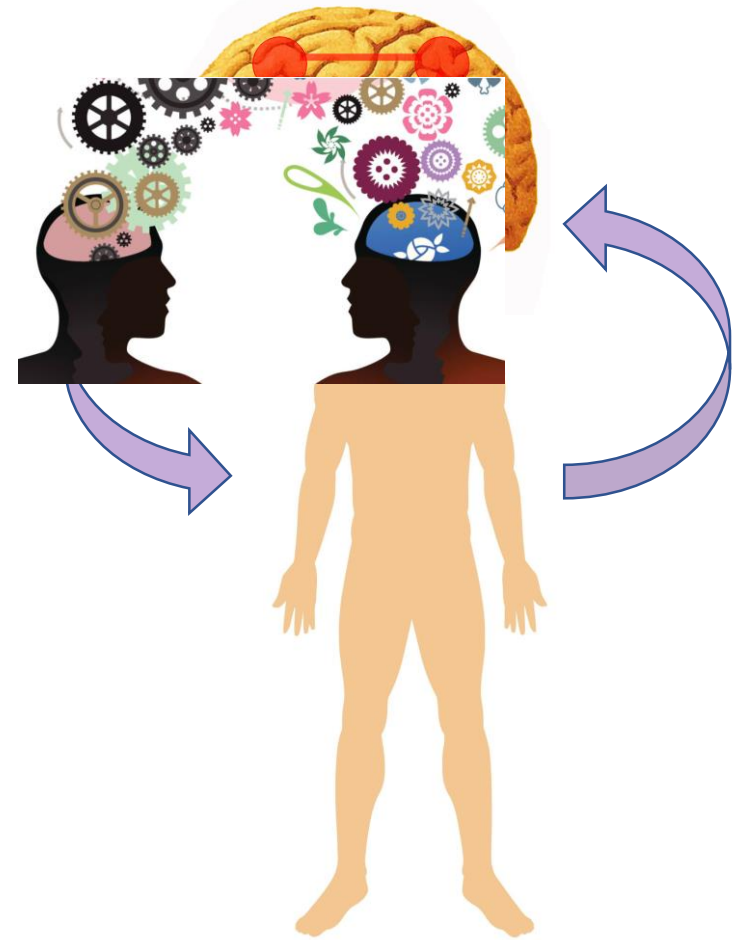
- Éveil – sommeil

- Contenu de la conscience

- Informations sensorielles de bas niveau
- Représentations abstraites complexes
- complexes

- Élargissement nosologique

- Corps et conscience
- La conscience dans l'interaction avec les autres, avec l'environnement



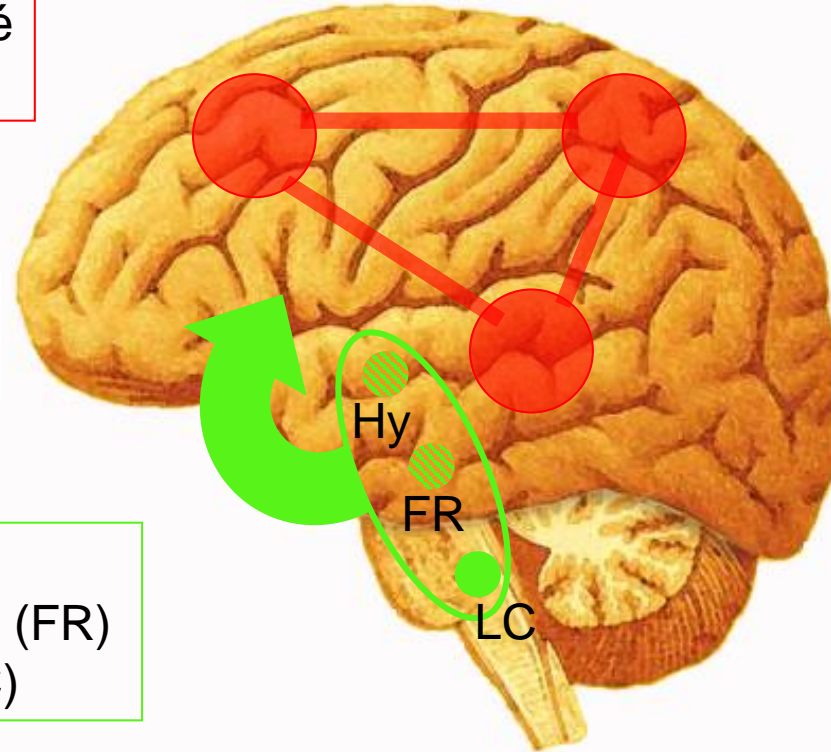
Éveil conscience

Réseau cortical
Largement distribué
Et interconnecté

Réponse à l'ordre
Motricité finalisée
Verbalisation intelligible
Suivi du regard
Réponses émotionnelles

Anatomie

Hypothalamus (Hy)
Formation réticulée (FR)
Locus ceruleus (LC)

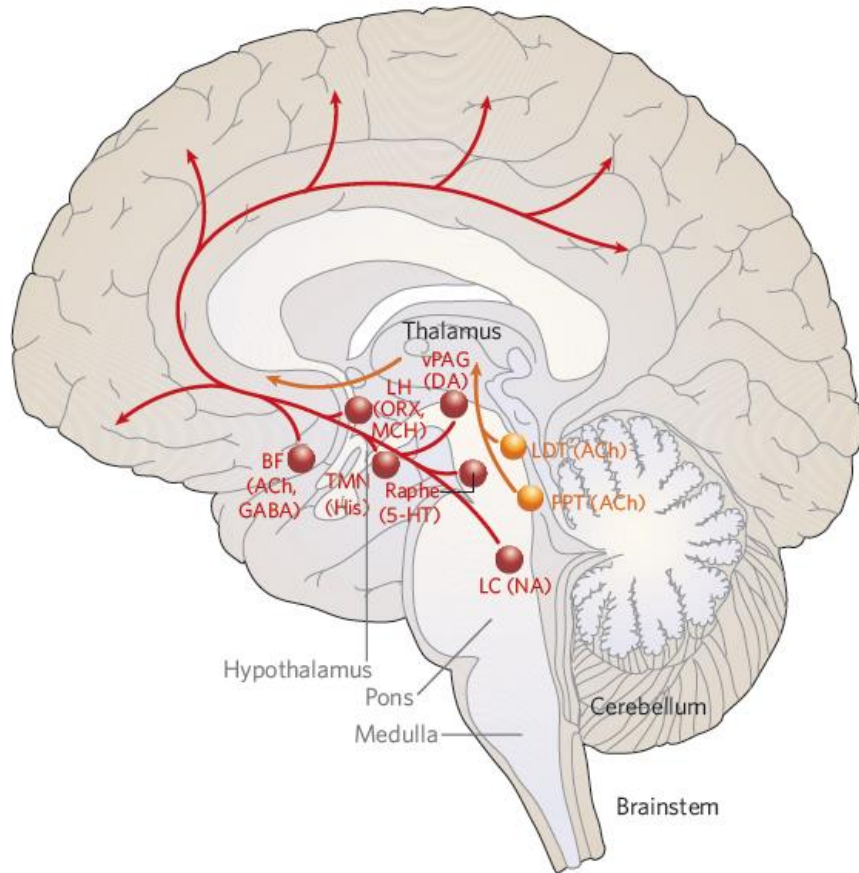


Comportement

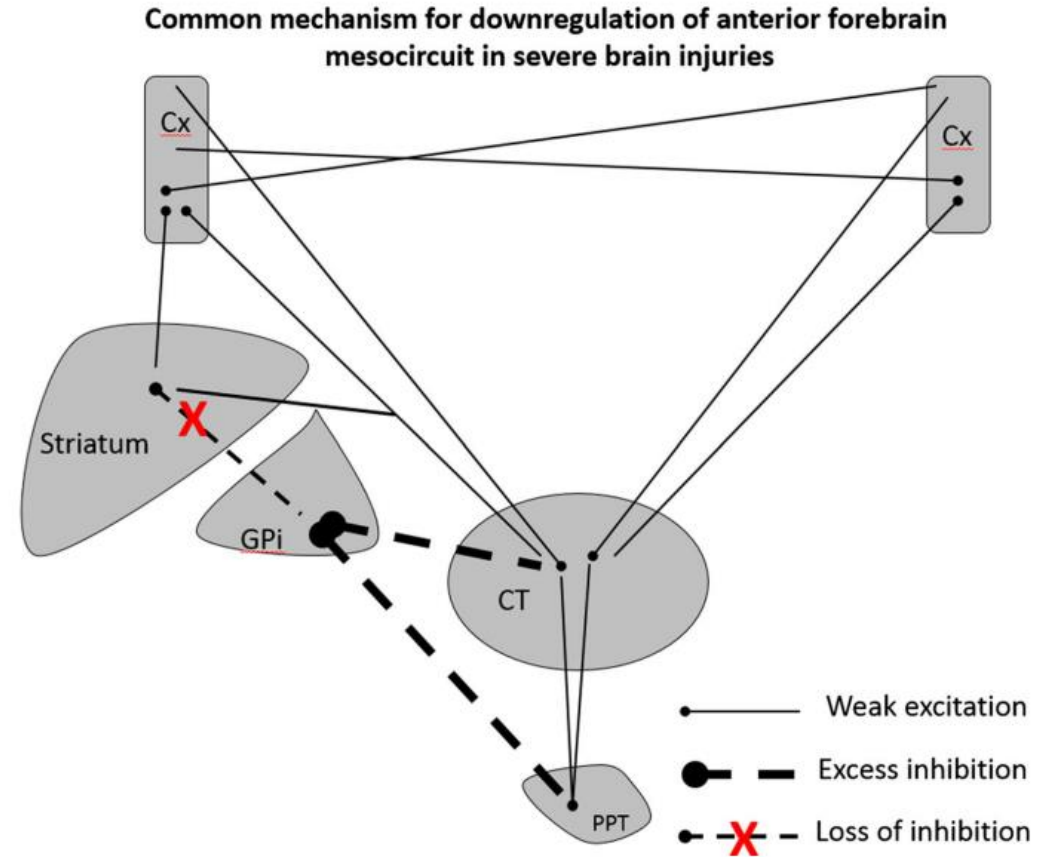
Ouverture des yeux
Cycle veille-sommeil

Éveil végétatif

Le méso-circuit de l'éveil et de la conscience

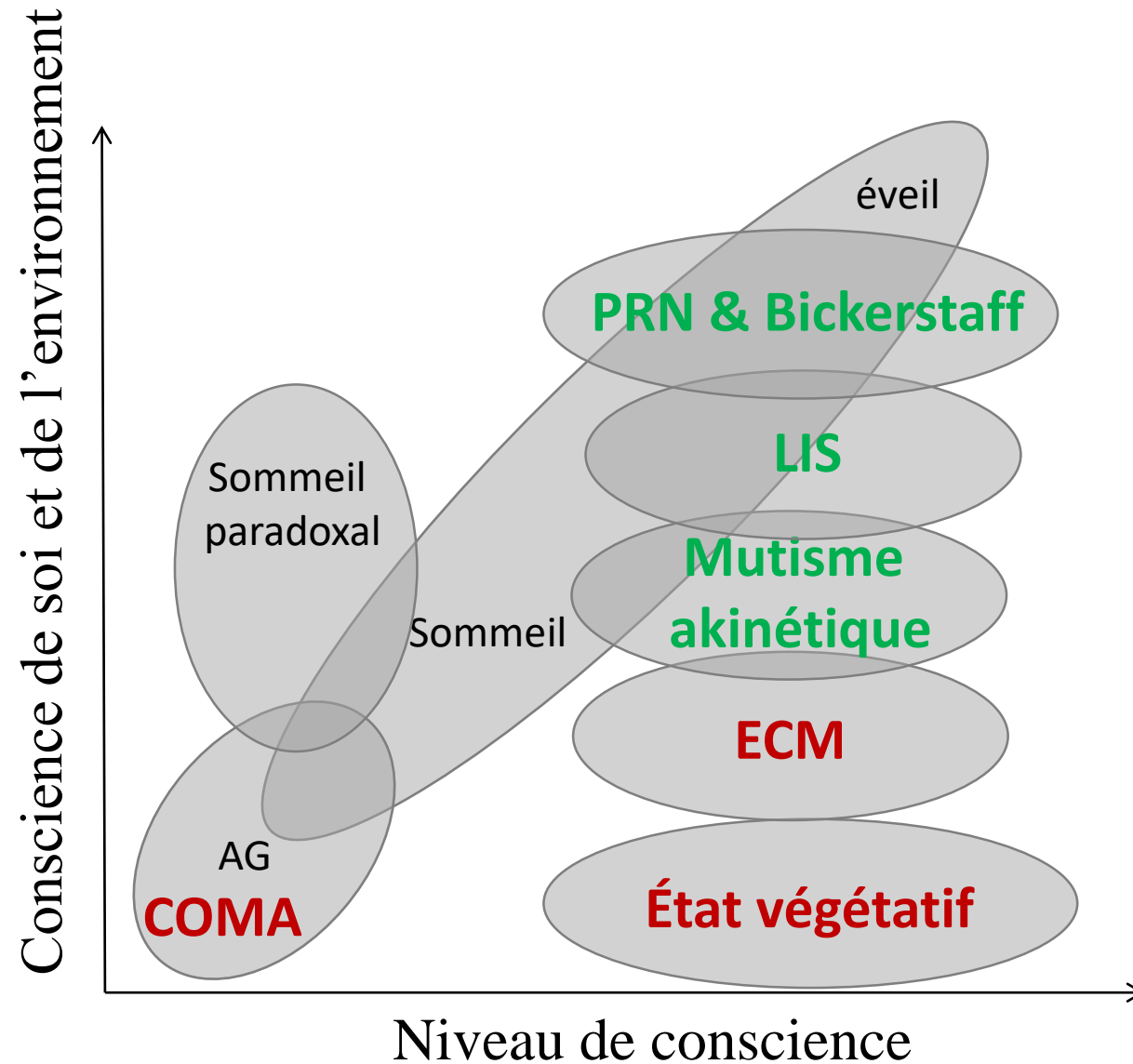


Saper et al. (2005)

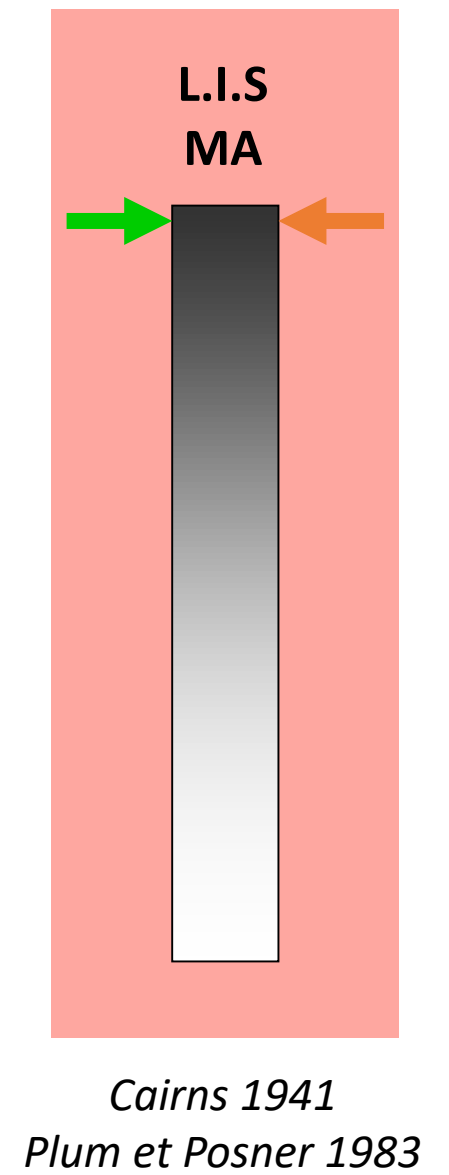
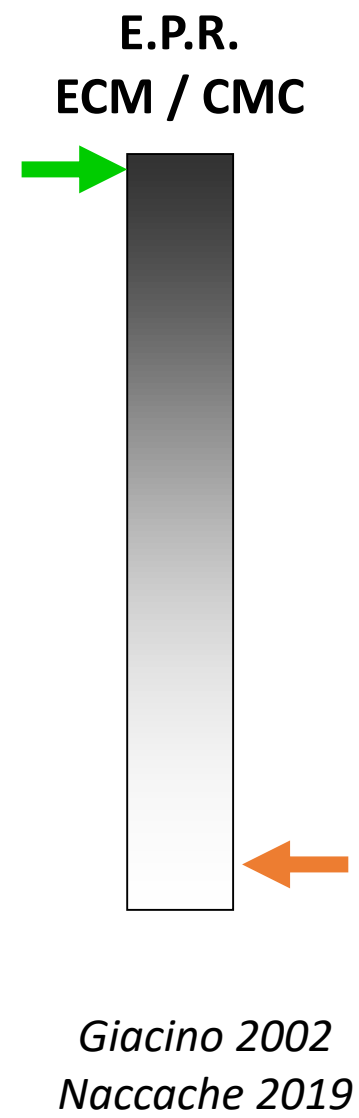
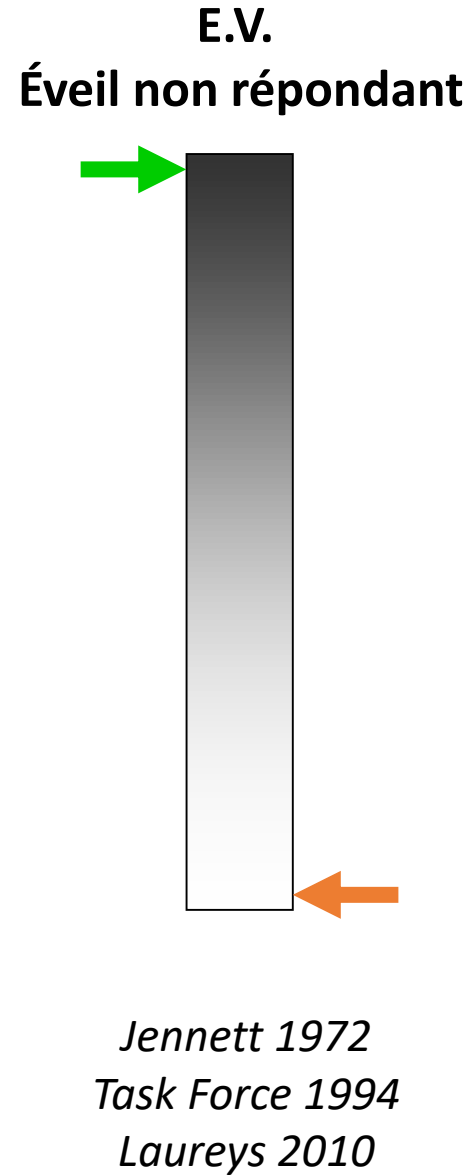
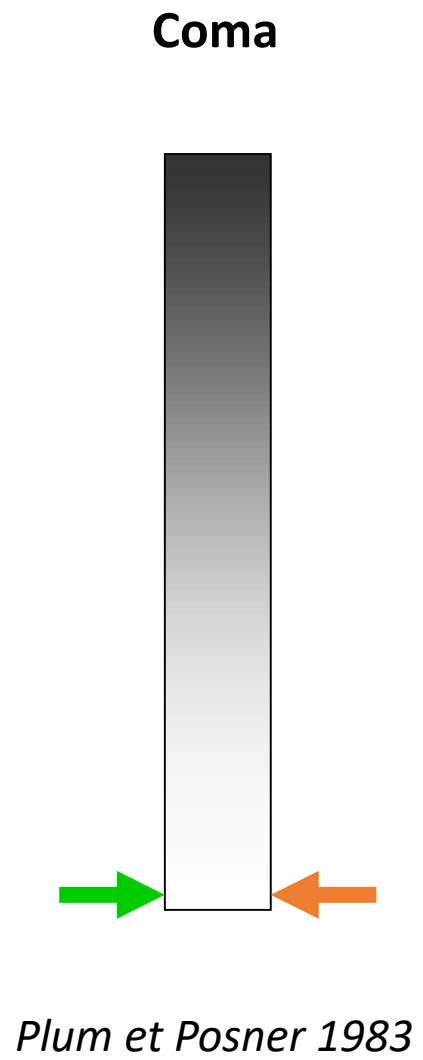
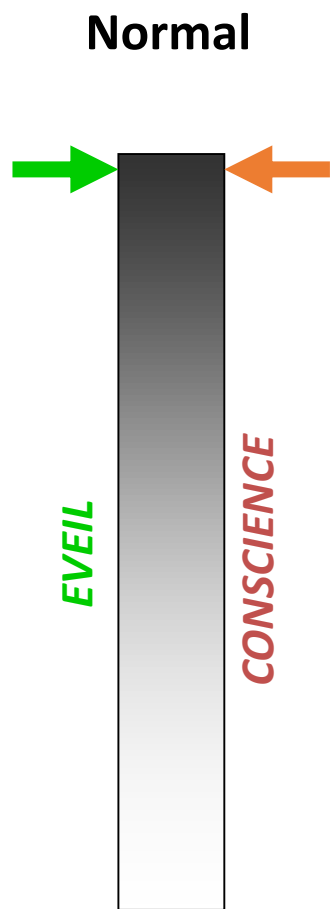


Schiff J Neural Transm (2016)

Les différents états de conscience et altérations de la conscience






Les différents « tableaux » d'altération de la conscience

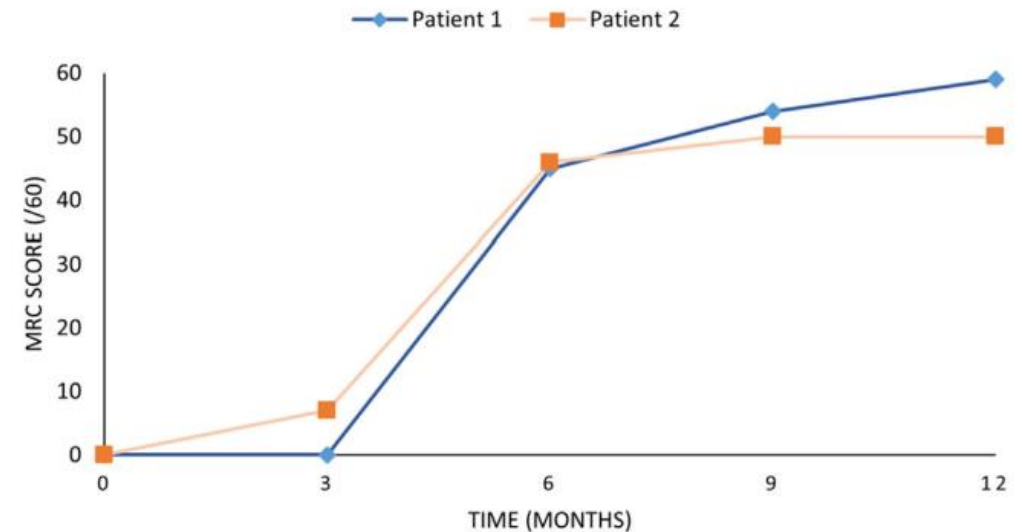
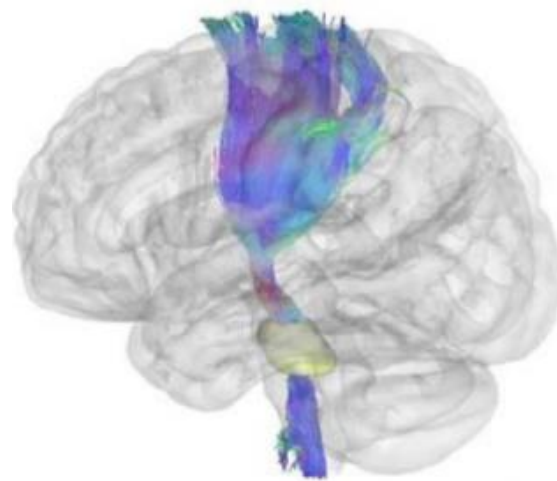


Pour un patient en état végétatif
il faut impérativement
préciser l'étiologie et le délai
en plus de la description clinique

NEUROLOGICAL PROGRESS

Locked-in syndrome after central pontine myelinolysis, an outstanding outcome of two patients

Mailys Chabert^{1,2} , Corentin Dauleac^{2,3,4} , Maude Beaudoin-Gobert^{2,5}, Méline De-Quelen¹, Sophie Ciancia¹, Timothée Jacquesson^{3,4,6}, Simon Bertrand¹, Emmanuel Vivier⁷, Donatien De-Marignan⁸, Julien Jung⁹ , Nathalie Andre-Obadia⁹, Florent Gobert^{5,8}, François Cotton^{2,4,10} & Jacques Luauté^{1,2,5}



Définition de la chronicité

- ❑ état de conscience altéré prolongé (prolonged DoC)
 - Durée > 28 jours

- ❑ état de conscience altéré chronique (chronic DoC)
 - Durée > 3 mois si coma non traumatique
 - Durée > 1 an si coma traumatique

Deux risques

❑ Méconnaître les signes de reprise de conscience.

- Plusieurs études rétrospectives ont montré que 40% des patients étaient considérés à tort en état végétatif

Andrews et al. 1996; Childs et al. 1993; Schnakers et al. 2009

❑ (sur)interprétation des comportements en terme de conscience ou d'intentionnalité

- Rester descriptif

Principes de l'évaluation

- Préciser l'étiologie du coma, localisation des lésions
- État fonctionnel des voies sensorielles / activité cérébrale
- Décrire le comportement spontané
- Comportements sur sollicitations
- Comportement en présence de la famille
- Interroger les équipes soignantes
- Conditions d'évaluation : confort, station assise...
- Les échelles / mesure de l'activité cérébrale
- Intérêt des stimulations ?

□ Les échelles cliniques

- L'échelle de Glasgow pour les comas
- Échelle FOUR
- Rancho Los Amigos (revised)
- La Wessex Head Injury Matrix (WHIM)
- La Coma Recovery Scale Révisée (CRS-R)

L'échelle de référence

CRS-R

COMA RECOVERY SCALE-REVISED

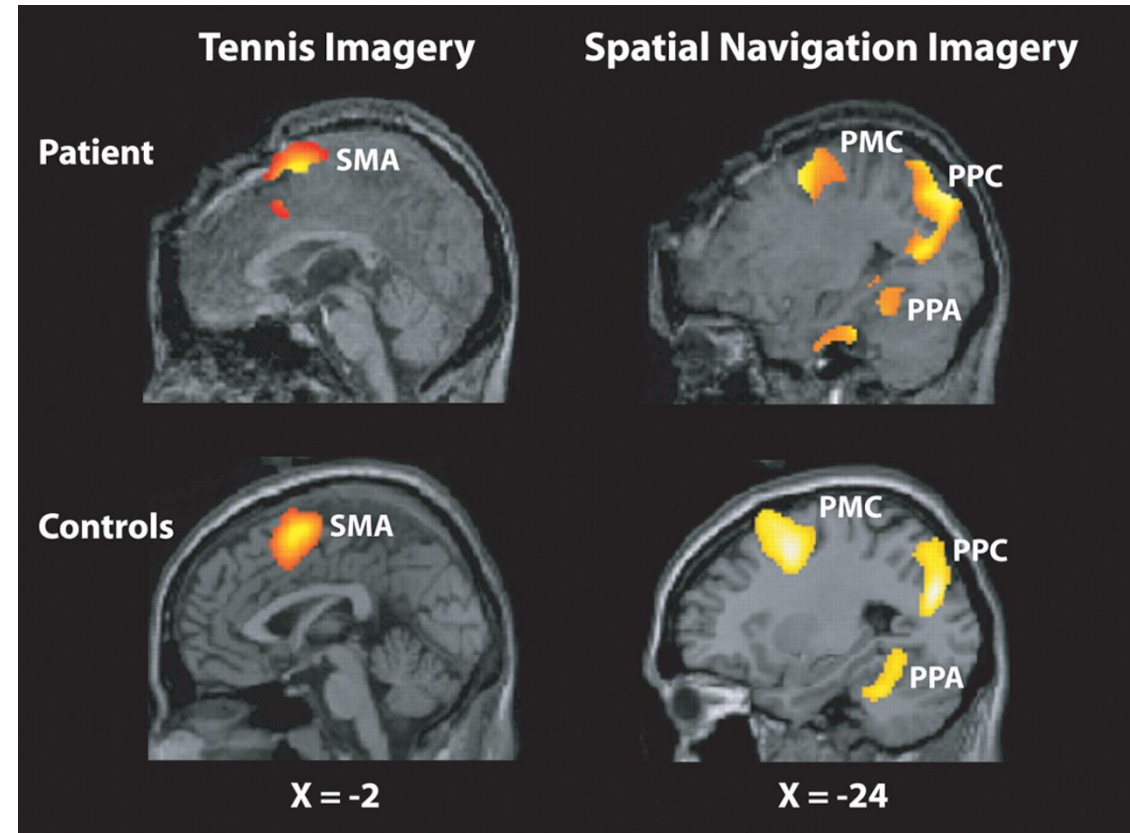
Étude des grandes fonctions : auditive, visuelle, motrice, oro-motrice et verbale, communication, éveil

L'observation de certains comportements suggère la reprise d'un état conscient

Intérêt des explorations fonctionnelles
du SN à la recherche d'une
« signature » cérébrale
de la conscience ou de
fonctions cognitives préservées

Une nomenclature qui évolue avec l'apport des nouveaux outils permettant d'évaluer l'état fonctionnel du cerveau

- Première observation d'une dissociation entre le comportement et l'activité cérébrale
- Quelle fréquence ?
- Quelle dénomination ?



REVIEW ARTICLE

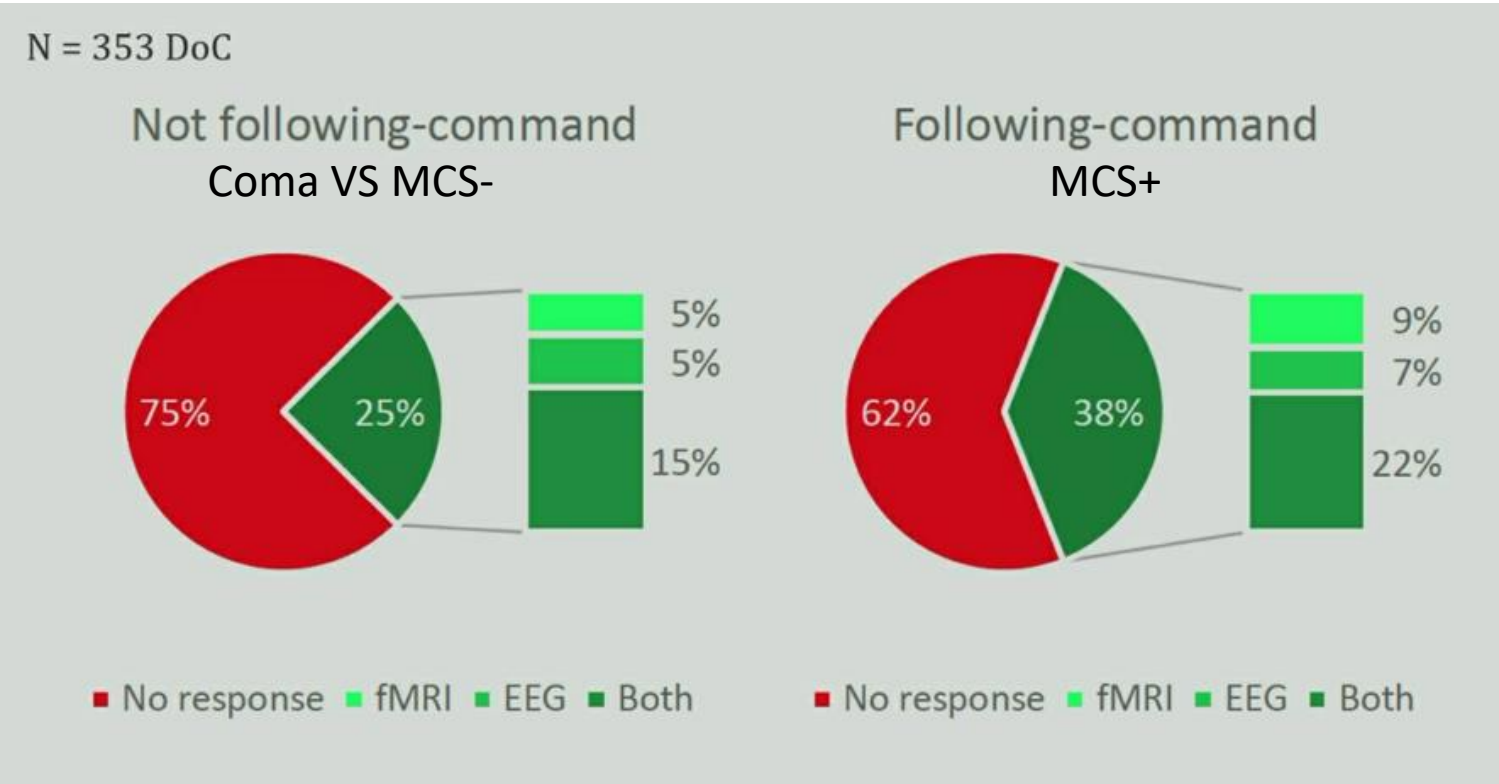
Minimally conscious state or cortically mediated state?

Lionel Naccache^{1,2,3,4}

	State #	State name	Source of evidence	Typical examples
Evidence of consciousness ↑ unconsciousness ↓	1a	Comatose state	Behaviour and functional brain-imaging	GCS + compatible EEG
	1b	Comatose state	Behaviour	GCS
	2a	VS/UWS	Behaviour and functional brain-imaging	CRS-R + EEG/fMRI/PET
	2b	VS/UWS	Behaviour	CRS-R
	3a	CMS	Functional brain-imaging	EEG/fMRI/PET (Owen et al., 2006; Sitt et al., 2014; Stender et al., 2014; Demertzi et al., 2015; Schiff, 2015)
	3b	CMS	Behaviour ± functional brain-imaging	CRS-R ± EEG/fMRI/PET
	4a	Conscious state	Functional brain-imaging	EEG/fMRI/PET (Monti et al., 2010; Cruse et al., 2011; Goldfine et al., 2011)
	4b	Conscious state	Behaviour	CRS-R

ORIGINAL ARTICLE

Cognitive Motor Dissociation in Disorders of Consciousness





OPEN ACCESS

EDITED BY

Zulay Lugo,
 Civil Association-Clinic Dispensary
 Padre Machado, Venezuela

REVIEWED BY

Andrey Belkin,

What names for covert awareness? A systematic review

Caroline Schnakers^{1*}, Chase Bauer², Rita Formisano³,
 Enrique Noé⁴, Roberto Llorens^{4,5}, Nicolas Lejeune^{6,7},
 Michele Farisco^{8,9}, Liliana Teixeira¹⁰, Ann-Marie Morrissey¹¹,

Final list of name	Author	Year	n	Used by other authors
Covert awareness	Owen	2007	25 (2)	16 (3)
Functional locked-in syndrome	Giacino	2009	14 (3)	17 (2)
Non-behavioral MCS (MCS*)	Gosseries	2014	8 (4)	4 (4)
Cognitive motor dissociation	Schiff	2015	26 (1)	21 (1)
Higher-order cortex motor dissociation	Edlow	2017	4 (5)	3 (5)

The bold indicates the rating of names according to the number of citations.

Conclusions partie 1

- Épidémiologie
 - 1^{ère} cause de handicap acquis chez l'adulte jeune (AVP)
 - Vieillesse de la population et chutes
- TC légers pas toujours légers
- Bilan lésionnel : lésions primaires et secondaires
- Altération de la conscience
 - Éveil vs conscience
 - Tableaux cliniques : coma, EV / ENR, EPR / ECM, DCM, LIS
 - Une échelle de référence pour évaluer les troubles de la conscience : la CRS-R
 - Place des évaluations fonctionnelles de l'activité cérébrale