



Extrait du Campus de Neurochirurgie

<http://campus.neurochirurgie.fr/spip.php?article384>

# Traumatismes vertebro-médullaires

- Etudiant en neurochirurgie - Documents - Livre Neurochirurgie -

Date de mise en ligne : vendredi 16 janvier 2009

---

**Campus de Neurochirurgie**

---

# I - INTRODUCTION

La fréquence des traumatismes rachidiens reste très diversement appréciée. Les données disponibles souvent disparates font état de conditions de recrutement variées (TRICOT , 1981 ; DONCHIN, 1993).

Les complications neurologiques sont retrouvées dans 14 à 30 % des fractures vertébrales. On estime entre 2 et 8 par an le nombre de traumatismes médullaires dans une population de 100.000 habitants. La moitié ressort d'accidents de roulage. Alors que les accidents du travail ont tendance à regresser, ceux du sport sont de plus en plus souvent en cause.

La fréquence maximum se situe entre 15 et 24 ans (3 hommes pour 1 femme).

Le type lésionnel est fortement corrélé aux conséquences neurologiques.

Les lésions avec déplacement du corps vertébral entraînent plus de la moitié de troubles neurologiques.

SENEGAS enfin souligne qu'encore dans 12 % une aggravation neurologique secondaire peut être dénoncée (SENEGAS, 1977).

# II - CLASSIFICATION ANATOMO-RADIOLOGIQUE DES TRAUMATISMES GRAVES DU RACHIS ( principes d'orientation thérapeutique)

La plupart des travaux classent les lésions traumatiques du rachis en deux ensembles, fractures-écrasements d'une part, luxations ou fractures-luxations d'autre part. Dans cette ligne nous distinguons un groupe de lésions à prédominance **disco-corporéale**, un autre à prédominance **disco-ligamentaire** et un troisième dit de lésions **mixtes** où les formes précédentes sont associées. Chaque groupe s'isole par un pattern radiologique propre qui suggère la totalité ostéo-ligamentaire de la lésion, et en évalue la neuro-agressivité comme la menace sur la stabilité ou la consolidation. La fréquence de chaque groupe est très spécifique du niveau vertébral (Tableau n°1) (ARGENSON, 1993 ; BÖHLER, 1982 ; CHIROSSEL,1992 ; DENIS,1984 ; ROY CAMILLE, 1980).

Tableau 1.

LÉSIONS DISCO-LIGAMENTAIRES		LÉSIONS DISCO-CORPORÉALES	
Rachis cervical	= 75%	Rachis cervical	= 6%
Rachis dorso-lombaire	= 6%	Rachis dorso-lombaire	= 79%
LÉSIONS MIXTES			
Rachis cervical (fracture en « Tear drop »)		= 18%	
Rachis dorso-lombaire (fracture de « Chance »)		= 15%	

A - Le rachis dorso-lombaire 1. Le premier groupe est celui des "lésions disco-ligamentaires" où prédomine l'atteinte des *moyens d'union intervertébraux*, groupe classique des entorses graves, luxations et fractures-luxations, "fractures-dislocations" des anglo-saxons. (figure n° 1)

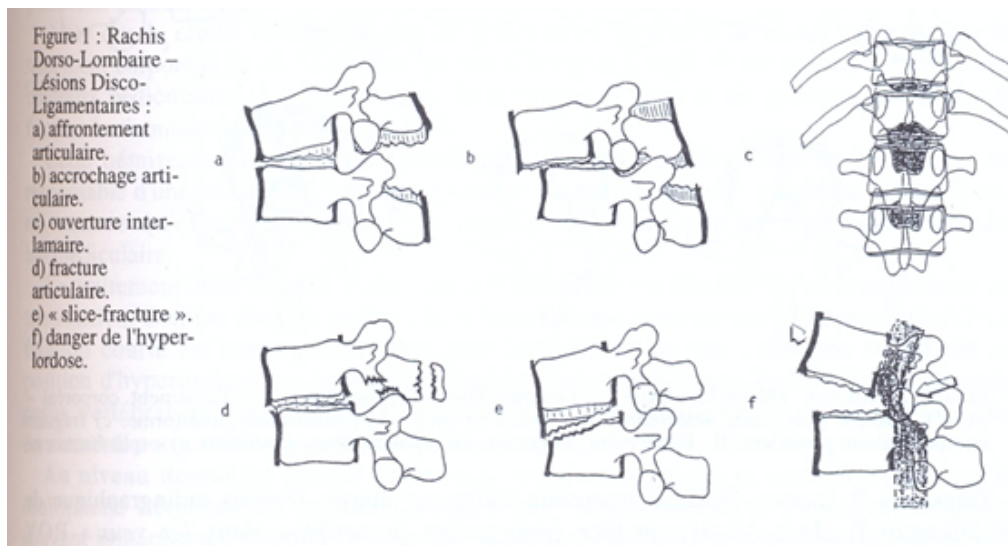
**Le diagnostic radiologique** est porté sur la perte des rapports anatomiques normaux entre surfaces articulaires, qui définit les luxations. Dans les fractures-luxations s'ajoutent des arrachements osseux d'insertions ligamentaires dont les équivalents vertébraux sont représentés par la *fracture des articulaires postérieures* ou par l'arrachement corporéal partiel et en biseau de l'insertion ostéo-cartilagineuse du disque ("*Slice-fracture*").

**La radiographie standard** suffit le plus souvent au diagnostic de ce groupe. L'épreuve dynamique, dangereuse à ce niveau est formellement contre-indiquée.

- ▶ En incidence latérale, le listhesis antérieur du segment rachidien sus jacent signe la lésion. L'affrontement, l'accrochage ou la fracture articulaire postérieure est souvent décelée sur ce cliché. La "slice fracture" du corps vertébral est à différencier d'un tassement cunéiforme du corps vertébral, le biseau ne concernant jamais la totalité du diamètre sagittal du plateau vertébral.
- ▶ En incidence frontale l'ouverture de l'espace interlaminaire permet à lui seul d'affirmer le type lésionnel et avec lui toute la gravité de la lésion. (Figure n° 1.c)

**Ces signes radiographiques** témoignent d'une véritable transection rachidienne par rupture totale des structures fibreuses intersegmentaires voire même des aponévroses ou des muscles péri-spinaux. (En atteste l'hématome sous cutané en regard du foyer, seul signe clinique assez caractéristique de ce type lésionnel). L'instabilité réalisée par ces lésions est grave : elle est *aigüe*, d'emblée constituée, *horizontale* et menaçante par cisaillement pour l'axe nerveux. Elle est *durable*, même à long terme, de par la mauvaise tenue mécanique des cicatrifications fibreuses.

**En cas d'accrochage articulaire, toute manoeuvre en lordose est formellement proscrite** pour son action sténosante sur le canal et sa conséquence de compression nerveuse (Figure n°1.f). Le blessé doit être positionné en cyphose légère jusque sur la table d'opération où il est installé de cette façon. Le calibrage canalaire passe par la réduction chirurgicale des déplacements et la recherche de fragment discaux, parfois énucléés dans le canal. L'accrochage réduit, la lordose complètera la réduction. La stabilisation de cette transection rachidienne est obtenue par une ostéosynthèse courte, au mieux en compression, bisegmentaire. (Figure n°.9.C)



2. Le deuxième groupe est celui des "lésions disco-corporéales" les plus fréquentes ici et caractéristiques par leur développement premier et prédominant dans le corps vertébral. (groupe classique des *fractures tassements et comminutives*, "Burst fracture" des anglo-saxons).

À la mesure de la force traumatique se constitue une surenchère lésionnelle en trois stades faciles à analyser en général sur les simples radiographies standards (Figure n° 2) :

**L'écrasement corporéal** d'abord, qui passe lui-même par trois stades de gravité croissante :

- ▶ L'écrasement discal provoque sur la périphérie annulaire l'arrachement du listel marginal. Classiquement "*marginale antérieure*", la fracture concerne en fait l'ensemble du fer à cheval épiphysaire antéro-latéral. Isolée, cette lésion, est foncièrement *bénigne* sans justification de traitement spécifique.
- ▶ L'effondrement du plateau épiphysaire survient ensuite, il est surtout antérieur (*fracture tassement cunéiforme*), parfois en diabolo ou plus ou moins latéral. Toujours associé à la fracture marginale qui l'a précédé, il provoque un déséquilibre dans l'alignement vertical. *L'angulation* doit être appréciée dans les plans sagittal et frontal. (Figure n°9.A)
- ▶ Le degré supplémentaire de l'écrasement du plateau se manifeste aux dépens du listel postérieur où un *fragment interpédiculaire* bascule dans le canal vertébral. Peu mobilisable devant le ligament longitudinal dorsal ce fragment n'aggrave en rien l'instabilité strictement verticale et déjà réalisée par la bascule du plateau, mais avec lui apparaît *le risque nerveux* par sténose canalaire antérieure parfaitement quantifiée par la tomodensitométrie. (Figure n°.2.A,c)

**L'éclatement vertébral** se produit pour des forces plus importantes et *lorsque les lésions précédentes ont toutes été constituées*.

Le nucléus s'enfonce comme un coin dans le corps vertébral et le fait éclater. Trois stades de gravité croissante peuvent être observés dans cet éclatement : Fissure plus ou moins sagittale, limitée d'abord au corps vertébral seul. L'éclatement corporéal se propage ensuite à l'arc postérieur et peut ne porter que sur la seule corticale antérieure. Le trait intéresse plus souvent les deux corticales de la lame vertébrale. Est alors réalisée la séparation complète de l'anneau vertébral ("*Split fracture*") (Figure n°2.B).

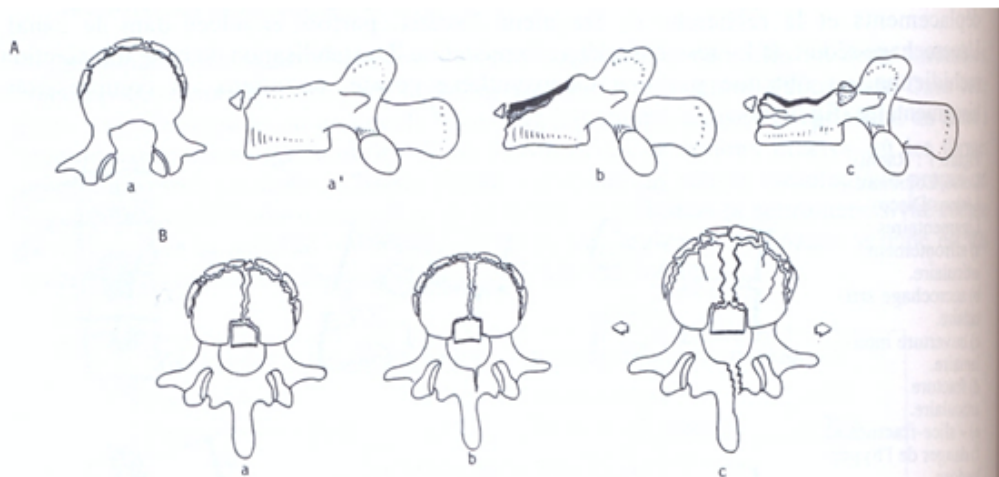


Figure 2 : Rachis Dorso-Lombaire - Lésions Disco-Corporales : A : Tassement corporel - a, a') fracture marginale antérieure (vue axiale et profil). b) tassement cunéiforme. c) fragment interpédiculaire postérieur. B : Éclatement vertébral - a) corporel. b) arc postérieur. c) « split-fracture ».

Dans ces 3 formes l'espace interpédiculaire est élargi, témoin radiographique de l'éclatement facile à déceler de face ("Regardez la vertèbre dans les yeux" ROY CAMILLE).

**L'effondrement** de l'un ou des deux piliers pédiculaires, points de plus forte résistance du corps vertébral est le degré ultime de ces formes.

remarquable par sa régularité, cette surenchère lésionnelle permet une analyse méthodique des clichés radiographiques, chaque stade devant faire rechercher le signe de la lésion de degré supérieur et vérifier l'importance des composantes précédentes.

**L'instabilité** est ici *antérieure, verticale*, liée à la bascule du plateau épiphysaire. Elle est aussi *horizontale* par l'éclatement vertébral mais le plus souvent mineure et de toute façon facile à estimer sur l'importance du diastasis inter-fracturaire sagittal. La participation ligamentaire par déchirure est constatée peu fréquente (une fois sur cinq) et uniquement à la mesure de dégâts osseux majeurs.

**Le risque nerveux** peut se manifester en avant ou en arrière du canal vertébral :

- ▶ La *neuroagressivité* du chevalet antérieur est la somme de l'angulation sagittale et du fragment osseux interpédiculaire basculé dans le canal dont la tomodensitométrie évalue la sténose avec précision.
- ▶ La *neuroagressivité postérieure* existe avec l'éclatement de l'arc postérieur qui peut provoquer la déchirure du fourreau méningé sous-jacent. Des racelles nerveuses parfois incarcérées dans le foyer de fracture postérieure doivent rendre très minutieux les gestes de laminectomie.

**Le traitement dans ces formes** doit s'attacher à réaligner l'axe vertébral par redressement des enfoncements corporeaux. La manoeuvre d'hyperlordose est depuis BÖHLER connue pour son efficacité sur la reconstruction corporelle. Le calibrage passera par la laminectomie décompressive, l'impaction ou la résection du fragment sténosant interpédiculaire postérieur. La réduction doit être maintenue jusqu'à consolidation par un tuteur (corset xypho-pubien-lombaire de BÖHLER ou ostéosynthèse) (Figure n°9.B).

3. *Le troisième groupe est celui des "lésions mixtes"* où sont réunies les lésions antérieures d'écrasement de la colonne corporeo-discale et des lésions postérieures de transection rachidienne plus ou moins complète : (Pl.5.A) (Fuentes 1984)

**Au niveau du rachis lombaire** la fracture de Chance ("seat-belt" fracture) en est la forme type avec :

- ▶ Un tassement corporel souvent modéré, ébauche de cunéiformisation du corps vertébral précédée de la fracture marginale antéro-latérale du plateau. Les stades graves de l'écrasement corporel ou de l'éclatement sont ici exceptionnels.
- ▶ Une héli-transsection postérieure, originale par son passage trans osseux dans un plan plus ou moins horizontal au travers des lames, parfois du processus épineux et surtout des pédicules. Le trait traverse exceptionnellement le corps vertébral.

Alors que le cliché radiographique de profil ne montre bien de façon évidente que le tassement corporel, le cliché de face permet d'évoquer le type lésionnel par la rupture des contours pédiculaires. La tomographie bi-orthogonale permet de préciser au mieux la fracture horizontale de l'anneau vertébral.

Cette hémisection rachidienne postérieure, élément prédominant de la lésion, est responsable d'une instabilité *en flexion* qui ouvre le trait de fracture postérieur. Cette lésion ne menace qu'exceptionnellement le contenu canalaire par un fragment corporel interpédiculaire.

Le traitement doit surtout s'adresser à l'instabilité en flexion de la composante de transsection. comme dans les lésions disco-ligamentaires on retrouve ici la possibilité d'une fixation courte en compression. Mais une immobilisation par corset de BÖHLER en position d'hyperlordose est également adaptée. Si la composante de cunéiformisation du corps vertébral est importante, s'imposent alors les principes de reconstruction des écrasements corporels (hyperlordose et fixation)

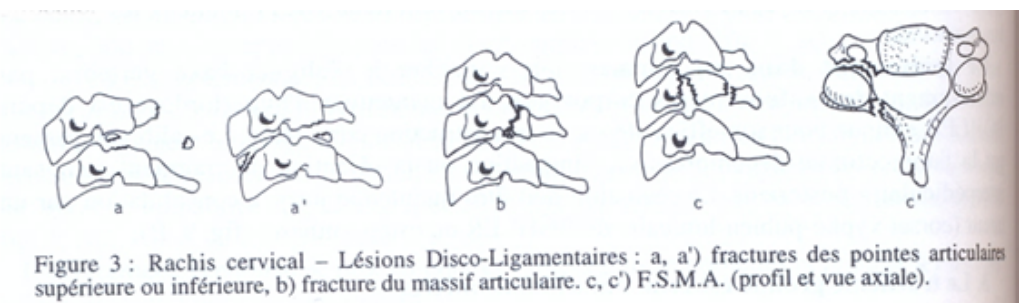
**Au niveau dorsal** les lésions mixtes sont les plus fréquentes et caractéristiques par la multiplicité fréquente des segments atteints avec : des écrasements corporels étagés et souvent importants, des traits de fractures postérieurs sur plusieurs niveaux qui atteignent les isthmes, les apophyses articulaires et les transverses.

Ces lésions particulièrement graves sont souvent responsables d'atteintes médullaires définitives.

**B- LE RACHIS CERVICAL INFÉRIEUR (C3- C7)** 1. Les lésions disco-ligamentaires représentent les formes les plus fréquentes du niveau cervical. Les variétés en sont nombreuses : fractures luxations, luxations et entorses graves (ROY CAMILLE, 1979).

*Les fractures articulaires ou fracture-luxations avec (Figure n° 3) :-* la fracture d'une facette articulaire supérieure ou inférieure associée à une lésion disco-ligamentaire du niveau intervertébral correspondant, d'importance très variable et souvent bénigne.

- ▶ la fracture du massif articulaire. Plus ou moins engrenée, elle traverse le corps du massif et s'associe à une lésion disco-ligamentaire de niveau variable sus ou sous jacent.
- ▶ la fracture séparation du massif articulaire (F.S.M.A.) : le massif est séparé de ses attaches antérieures (pédiculo-transversaires) et postérieures (lamaires) selon des traits variables. La lésion disco-ligamentaire associée peut être sus ou sous jacente, parfois bifocale.



L'instabilité de ces lésions doit quelque fois être vérifiée et l'incertitude du niveau de déchirure disco-ligamentaire en dehors de décalages évidents doit être précisée par des clichés dynamiques.

Le risque neurologique est croissant avec ces 3 formes, les seuls signes radiculaires sont présents dans plus de la moitié des cas (CHIROSEL, 1992).

*Les luxations pures* En matière de luxation la spécificité rachidienne est celle de l'accrochage articulaire (Figure n°4.A)

- ▶ Unilatéral il est décelé sur le cliché de 3/4 qui d'un côté montre le chevauchement inversé de deux surfaces articulaires, l'alignement unco-corporéal est rompu. Sur le profil la non superposition des massifs articulaires décalés donnent le signe du "bonnet d'âne" de ROY CAMILLE. Le listhésis corporéal reste toujours inférieur à 50%.
- ▶ Il peut être bilatéral. Chaque cliché de 3/4 montrent alors le chevauchement inversé des facettes articulaires. Sur le profil le listhésis dépasse 50% du plateau.  
Dans l'accrochage articulaire, unique ou bilatéral, *l'hyperextension est formellement contre-indiquée*. L'axe nerveux est au contraire soulagé par une légère flexion du cou.
- ▶ La luxation peut se voir sans accrochage articulaire, avec simplement affrontement des pointes articulaires. Cette forme est particulièrement instable pouvant basculer favorablement en situation anatomique mais également gravement en position d'accrochage.

*La déchirure disco-ligamentaire sans déplacement définit l'entorse grave*. Son diagnostic est difficile en dehors d'un pincement net de l'espace discal ou d'une perte du parallélisme des surfaces articulaires postérieures (subluxation). Le bilan dynamique prend ici toute sa valeur pour affirmer la lésion, mais il peut être dévalorisé par la contracture douloureuse des muscles de la nuque. Négatif il doit être repris ultérieurement en cas de doute.

L'instabilité de l'ensemble des lésions disco-ligamentaires cervicales est de type *horizontal, aigu*, et de toute façon *durable*. La menace neurologique est radiculaire, surtout dans les lésions unilatérales mais également médullaire par cisaillement.

L'arthrodèse le plus souvent mono segmentaire s'impose dans toute ces formes après réduction. La voie antérieure pour fixation et greffe intersomatique est le traitement de choix, mais l'irréductibilité par manoeuvre manuelle peut imposer la réduction sanglante et donc la voie postérieure. (Figure n°8.B,a-c)

2. *Le groupe des lésions disco-corporéales* Il est ici faiblement représenté :

*Les fractures marginales antérieures et fractures-tassements-cunéiformes du corps vertébraux* Elles sont en règle générale sans conséquence neurologique.

*La fracture dite en "Francisque"* (pour son image évocatrice en incidence de profil de la double hache des guerriers Francs) est très spécifique du niveau cervical. Cette forme rend compte d'un éclatement antéro-postérieur du corps vertébral. La plaque postérieure est ainsi soufflée vers l'arrière et sténose le canal vertébral. L'atteinte neurologique n'est pas exceptionnelle. (Figure n°4.B)

*La fracture comminutive* est la forme la plus grave du groupe. Elle reproduit très fidèlement la fracture comminutive du rachis dorso-lombaire en associant les lésions d'écrasement et d'éclatement vertébral. La neuro-agressivité relève du fragment interpédiculaire postéro-supérieur du plateau épiphysaire, impacté dans le canal.

Ces lésions disco-corporéales cervicales menacent la statique rachidienne à la mesure de l'importance de

l'angulation sagittale. Les structures ligamentaires sont ici épargnées ce qui rend compte de la stabilité vérifiable en dynamique sous amplificateur de brillance (épreuve réalisée bien sûr en dehors de tout signe médullaire).

Le risque neurologique est assez typiquement corrélié au stade lésionnel et à la sténose canalaire (évaluée au mieux par la tomodensitométrie).

Le traitement doit s'attacher au calibrage canalaire qui impose bien souvent une corporectomie pour résection des fragments neuro-agressifs.

3. *Les formes mixtes* associant lésions corporéales et transection discoligamentaire sont représentées ici par la fracture en "Tear Drop", (fracture du plongeon en eau peu profonde) qui prédomine de façon presque exclusive au niveau de C5. Définie par la seule présence du fragment antéro-inférieur détaché du corps vertébral ("Tear-Drop" = larme qui tombe) elle regroupe en fait des variantes plus ou moins sévères avec : (Figure n°5.B)

*Des formes bénignes* dont l'existence est peu signalée par les auteurs

- ▶ Le seul fragment antéro-inférieur du corps vertébral peut dans de rares cas rester isolé et résumer ainsi la lésion. L'importance du fragment risque d'impliquer la stabilité sagittale.
- ▶ La fissure sagittale du corps vertébral peut s'associer à la lésion précédente. Elle n'implique en soi rien de plus au plan du traitement mais rend bien compte du mécanisme de compression axiale associé à une flexion à angle aigu et de la prédominance corporéale première du traumatisme.
- ▶ Au fragment antéro-inférieur peut de façon exceptionnelle s'ajouter seule une lésion disco-ligamentaire mineure. Sous jacente à la vertèbre concernée elle est dénoncée sur un rétrolisthésis discret du coin postéro-inférieur du corps vertébral.

*La forme habituelle* (plus de la moitié des cas) est grave. Elle associe les 3 lésions élémentaires précédentes. Fragment antéro-inférieur du corps vertébral, grave éclatement sagittal du corps vertébral (voire de l'anneau vertébral) et grave lésion disco-ligamentaire sous jacente avec recul intracanalair des fragments corporéaux.

Les complications médullaires y sont fréquentes (60 %) avec 2/3 de syndromes complets.

*Les formes de gravité majeure* (1/4 des cas) associent à la forme précédente une lésion disco-ligamentaire sus jacente supplémentaire. La gravité médullaire de ces formes est considérable (80 % des cas).

L'instabilité de ces formes avec lésion disco-ligamentaire est grande. La moindre ébauche de flexion cervicale impacte le coin postéro-inférieur de la vertèbre lésée dans le canal. *Toute flexion est dans ces formes formellement proscrite*, alors que la traction douce tend à réaligner le mur postérieur. L'éclatement vertébral impose souvent la réalisation d'une corporectomie nécessaire également à l'ablation de la plaque vertébrale postérieure impactée dans le canal médullaire.

C - LE RACHIS SOUS OCCIPITAL L'anatomie originale des deux premières pièces vertébrales fait en apparence sortir leurs lésions traumatiques des classifications habituellement appliquées au reste du rachis. Ces lésions peuvent en fait être raisonnées d'une façon très similaire :

1. *La fracture de Jefferson* L'éclatement de l'anneau de l'atlas définit **la fracture de Jefferson**. Responsable d'un déplacement divergent des masses latérales cette lésion répond à des traumatismes en compression axiale comme dans les éclatements des formes disco-corporéales.



2. *Les exceptionnelles entorses ou luxations Occipito-Atloïdiennes ou Atloïdo Axoïdiennes* Elles représentent des déchirures fibreuses des moyens d'union du type transection rachidienne. Leur traitement implique réduction et fixation comme dans le groupe des lésions disco-ligamentaires.

3. *La fracture de l'odontoïde* Elle représente un équivalent trans-ostéo-ligamentaire de ces formes. Le principe thérapeutique appliqué est du même ordre en dehors du fait qu'un des éléments lésés est osseux et susceptible de consolidation. Elle peut donc en l'absence d'importantes lésions ligamentaires associées relever d'un traitement sans arthrodèse atloïdo-axoïdienne définitive.

4. *La fracture bipédiculaire de l'axis* (mécaniquement en fait bi-isthmique) représente une instabilité osseuse susceptible de consolidation à la mesure de la réduction et de la contention du diastasis. L'association à une déchirure C2-C3 doit systématiquement être recherchée, elle en fait un équivalent de transection disco-ligamentaire qui doit être traitée comme les lésions similaires du rachis cervical inférieur par une arthrodèse intersomatique.

### III-LA LESION MEDULLAIRE TRAUMATIQUE ET

SON EVALUATION CLINIQUE La véritable section médullaire, solution de continuité anatomique du cordon nerveux est rare même lors d'importants dégâts ostéo-ligamentaires. Le syndrome de tétraplégie ou paraplégie complète qui en résulte exprime très clairement la section physiologique définitive.

La plupart du temps, la moëlle conserve totalement ou partiellement sa continuité. Des lésions différentes ont alors une expression clinique variée, souvent sans corrélation de gravité : une moëlle parfois normale en apparence pouvant correspondre à un tableau neurologique définitif de section complète.

A. les lésions médullaires Elles restent malgré tout essentielles à connaître.

1. *La commotion* La moëlle est d'apparence extérieure normale mais histologiquement existent de petits foyers disséminés de nécrose ou d'hémorragie avec oedème interstitiel mineur et parfois dégénérescence aiguë des fibres de myéline. Cette entité est habituellement considérée comme susceptible de récupération avec le temps.

2. *La contusion* La moëlle peut apparaître normale mais le plus souvent elle est oedématiée et ecchymotique en surface. Microscopiquement les foyers hémorragiques ou de nécrose sont mal limités, s'étalant en plusieurs foyers secondaires plus ou moins confluents ou disséminés et pouvant s'étendre progressivement. Ces différentes lésions ont des conséquences neurologiques très diverses et sans relation anatomo-clinique de gravité.

3. *L'attrition* correspond à l'éclatement de la gaine piale du cordon médullaire, le tissu nécrotique s'échappant sous forme de "bouillie" dans l'espace sous-arachnoïdien.

B. aspects cliniques 1. *La tétraplégie ou paraplégie complète* L'une ou l'autre se définit par la perte de *toute motricité volontaire* et de *toute sensibilité consciente*, dans le territoire situé au dessous du niveau de la lésion médullaire, région périnéale y compris.

La tétra ou paraplégie traumatique aiguë complète est d'emblée *flasque*. Mais alors que motricité volontaire et sensibilité consciente sont ici *définitivement perdues*, l'abolition de l'activité réflexe de la moëlle sous lésionnelle n'est que *transitoire*. Sa réapparition marquera la fin de la phase du "**choc spinal**" dûe pour SHERRINGTON à la perte brutale d'influx facilitants venus des centres supra segmentaires.

2. *La tétraplégie ou paraplégie incomplète* (FUENTES, 1982) Le syndrome neurologique est défini comme incomplet

par la présence de la moindre ébauche de motricité volontaire ou de sensibilité consciente au dessous du niveau lésionnel.

L'exploration périnéale prend ici toute son importance, l'épargne sensitive étant reconnue comme assez significative d'une possible récupération. On retient également comme syndromes incomplets ceux où existe un décalage important entre niveau sensitif et niveau lésionnel.

Les tableaux classiques des syndromes médullaires partiels sont souvent réalisés.

- *Syndrome centromédullaire* (DIDE ET LHERMITTE, ALAJOUANINE, SCHNEIDER) : Dans sa forme typique sont associés une diplégie brachiale et une paraparésie franche réalisant une tétraplégie incomplète à prédominance brachiale. La diplégie brachiale peut être pure, sans atteinte des membres inférieurs ou accompagnée de troubles mineurs de la motricité des membres inférieurs. L'évolution est assez favorable, mais elle reste souvent incomplète.

- *Syndrome de contusion antérieure de la moëlle* (KAHN, SCHNEIDER) : La tétraplégie est complète sur le plan moteur, avec anesthésie thermo-algésique, mais conservation du tact épicritique et de la sensibilité profonde, les cordons postérieurs étant respectés. Cette forme est plus fréquente dans les fractures en "Tear-Drop". Les chances de récupération fonctionnelle utile sont ici assez faibles.

- *Syndrome latéral ou syndrome de BROWN-SÉQUARD* avec : du côté homolatéral à la lésion, paralysie des mouvements volontaires (hémiparésie spinale), et abolition de la sensibilité profonde et tactile épicritique ; du côté opposé à la lésion, anesthésie thermo-algésique. Dans les traumatismes fermés le tableau est souvent moins net, conséquence d'un rétrécissement du canal par lésion asymétrique. La plupart des blessés récupèrent la marche et un contrôle sphinctérien satisfaisant.

C. Evaluation neurologique L'examen clinique est parfois difficile au début : le blessé peut présenter des lésions associées ou des troubles de conscience. L'examen initial est parfois incorrect : il est important qu'il soit réalisé par un examinateur entraîné, qui doit noter clairement et de façon standardisée ses résultats. (Tableau n° 2)

Un certain nombre de facteurs viennent tempérer la valeur de l'examen initial quant au pronostic fonctionnel. C'est au cours des premières heures ou des premiers jours que le déficit neurologique a le plus de chances de changer et le pronostic est d'autant plus précis qu'il est porté sur les données d'un examen clinique réalisé plus longtemps après le traumatisme, (48 heures pour Mc SWEENEY, 72 heures pour MAYNARD).

La clinique reste malgré tout le meilleur élément pour approcher le pronostic neurologique.

## IV - LES FRACTURES RECENTES DE L'ODONTOÏDE

Peu fréquentes (5 à 10 % des lésions traumatiques du rachis) les fractures de l'odontoïde sont graves quand elles sont instables. Elles exposent alors le blessé à un risque vital. L'objectif premier sera donc d'assurer la stabilité si elle est compromise. La fonction de la charnière craniale-vertébrale dominée par la rotation de la tête devra être préservée au mieux.

La fracture de l'odontoïde est à la fois celle du sujet jeune (maximum entre 20 et 30 ans) conséquence d'accidents violents de la voie publique ou du sport, mais aussi celle de personnes âgées (maximum entre 60 et 75 ans), et alors

dans le cadre de traumatismes mineurs sur os fragilisé.

La douleur, la limitation des mouvements du rachis cervical et la contracture musculaire sont les seuls signes cliniques de ces lésions et peuvent même manquer chez le vieillard. Des signes neurologiques avec syndrome médullaire incomplet sont exceptionnels. Le déplacement important de ces fractures reste pourtant une menace vitale par paralysie respiratoire.

A - Le bilan anatomo-radiologique

- 1. Les radiographies* Les radiographies standards doivent faire suspecter le trait de fracture sur le désalignement de l'odontoïde de profil. Le classique cliché de face bouche ouverte est souvent d'interprétation trompeuse. Les tomographies frontales et sagittales, ou les reconstruction bidimensionnelles du Scanner montrent au mieux la lésion : on peut ainsi sur les coupes frontales analyser la hauteur du trait (GALIBERT, 1964) et sont ainsi différenciées des fractures de la base (1/3 des cas) ou du col (2/3 des cas) de l'odontoïde. Cette distinction a été reprise dans la classification d'ANDERSON et D'ALONZO (ANDERSON, 1974) (Figure n°6.A,a) qui ajoute à ces deux formes la très rare fracture de la pointe de l'odontoïde, sans conséquence pathologique. Les fractures de la base sont interprétées comme plus stable du fait de leur large surface du foyer de fracture avec près de 100 % de consolidation. A l'opposé les fractures du col ont réputation d'instabilité et sont menacées de pseudarthrose par la difficulté de maintenir au contact les deux surfaces fracturaires.

- 2. Une relation peut être évoquée entre instabilité et direction du trait de fracture (Roy Camille, 1986)* Les fractures obliques en bas et en avant (O.B.A.V.) qui glissent naturellement en avant sont pourtant assez stables car la musculature de la nuque impacte le foyer de fracture par son mouvement de rappel postérieur. Les fractures obliques en bas et en arrière (O.B.A.R.) se déplacent facilement en arrière. Quant aux fractures horizontales (H.T.A.L.), le mouvement peut s'établir vers l'avant ou vers l'arrière. Dans ce groupe s'isole une forme rare mais très instable, associant un écart interfragmentaire et de petits fragments osseux en avant et en arrière du trait qui reproduisent l'image du chapeau du "Bobby Londonien" (ROY CAMILLE, 1986) (Figure n°6.A,bb')

- 3. L'affirmation de l'instabilité* reste essentielle. Un déplacement initial important, fait considérer la fracture comme instable. Sur une fracture non ou peu déplacée le déplacement provoqué lors des clichés dynamiques prouve l'instabilité. Ce bilan dynamique indiqué uniquement sur malade conscient est réalisé sous amplificateur de brillance par le neurochirurgien lui-même. L'absence de mobilité du foyer de fracture oriente le traitement vers une méthode orthopédique. La mise en évidence d'une instabilité pousse à proposer un traitement chirurgical.

- 4. Les lésions de l'enfant ont leur spécificité* L'axis se forme à partir d'un point d'ossification principal qui va constituer le corps. L'odontoïde résulte d'un point appartenant initialement à l'atlas ; entre ces deux foyers d'ossification la ligne cartilagineuse peut faire l'objet de véritables décollements traumatiques détachant l'odontoïde de son embase. La pointe de l'odontoïde enfin est également formée par un point d'ossification secondaire relevant du pro-atlas ; il se soude définitivement vers 2,5ans et ne doit pas être confondu avec une fracture de l'apex. (Figure n°6.B)

- 5. Lésions associées* Le bilan radiologique doit faire rechercher également des **lésions associées** (30 % des cas) : fracture comminutive du corps de C2 ; fractures bipédiculaires de C2, ou bifocales de l'arc postérieur de C1 qui prive le chirurgien d'une possibilité d'ostéosynthèse postérieure par crochets ou laçage ; fracture de Jefferson véritable éclatement de C1 par fractures des arcs antérieur et postérieur permettant une sub-luxation en dehors d'une ou des deux masses latérales de C1.

Le diagnostic radiologique doit également permettre de distinguer certaines agénésies congénitales de l'odontoïde responsable d'une instabilité C1-C2, et pouvant en imposer pour une pseudarthrose post traumatique, des lésions de la polyarthrite rhumatoïde responsables d'un listésis antérieur de C1 sur C2, une fracture spontanée sur ostéolyse métastatique.

B - Traitement Le traitement orthopédique reste encore pour certain l'indication prépondérante, les laçages des arcs potérieurs C1 et C2 ne permettant que des résultats très inconstants. La solidarisation de C1 et C2 par des tiges et crochets en compression offre en fait des stabilisations très efficaces. On dispose enfin de techniques épargnant au mieux la fonction C1-C2 comme le vissage axial de l'odontoïde proposé par BRHLER en 1982.

1. *Le traitement orthopédique* La traction est utile pour réduire et maintenir une lésion instable en attente du geste chirurgical.

*La contention externe* La contention externe par une minerve moulée en plastique ou en plâtre avec appui sterno-dorsal, occipito-mentonnier et bandeau frontal, doit durer entre 3 et 6 mois pour obtenir une bonne consolidation du foyer de fracture. Les tomographies permettent d'apprécier finement l'évolution de la consolidation. Ce traitement est indiqué en cas de lésions, engrenées peu déplacées et vérifiées comme stables par le bilan dynamique.

*Le halo* Le halo est indiqué par certains même dans les lésions instables.

2. *Le traitement chirurgical* Il ne se justifie que pour les lésions instables.

*a-Méthodes postérieures (Figure n°7.A-B-C-D)* Le patient est en décubitus ventral. La tête, maintenue par une traction crânienne ou une têtère à prise osseuse, est installée sous amplificateur de brillance pour contrôler la réduction des déplacements fracturaires. L'abord de la nuque est médian et expose l'écaïlle occipitale, les arcs postérieurs de C1 et C2 ou l'on ménage au mieux les insertions musculaires sur le processus épineux.

*Les laçages postérieurs* Réalisé avec un gros fil de Nylon ou d'acier, le laçage a pour but de réduire le déplacement de l'odontoïde et d'immobiliser le foyer de fracture. Le laçage est "première manière" (JUDET) en cas de déplacement antérieur ; "deuxième manière" dans les déplacements postérieurs. Ces laçages assurent respectivement un effet de rappel pour réduire les déplacements en arrière et en avant. Néanmoins, ces techniques manquent de réelle fiabilité (1/3 de mauvais résultats pour ROY CAMILLE : pseudarthroses, déplacements secondaires avec cal vicieux, fracture du matériel).

*L'ostéosynthèse postérieure* La fixation C1-C2 a bénéficié de l'ostéosynthèse en "compression-détraction" (CHIROSEL, 1980). La compression est obtenue par deux ensembles tiges-crochets du matériel de KNODT ou de COTREL DUBOUSSET, placés sur les arcs postérieurs de C1 et C2. Ces crochets sont positionnés latéralement de part et d'autre d'un tuteur de détraction intercalé entre C1 et C2, médian et constitué soit d'os cortical (péroné en autogreffe) pour une arthrodèse définitive, soit d'un bloc moulé de ciment acrylique particulièrement utile chez les personnes âgées. Cette solidarisation de C1-C2 par un matériel en compression-détraction est particulièrement fiable dans les fractures de l'odontoïde :

- ▶ la solidité du montage est telle que l'on peut se contenter d'une contention externe par un simple collier chez le sujet jeune ; celle-ci n'est même pas appliquée chez le vieillard qui supporte mal les contraintes.
- ▶ maintenant les rapports anatomiques normaux entre C1 et C2, elle favorise la compression du foyer de fracture de l'odontoïde. La fonction de rotation entre C1 et C2 pourra être partiellement récupérée après ablation du bloc d'acrylique lorsque la consolidation est acquise ce qui est possible dans la majorité des lésions fraîches.
- ▶ Associée à une greffe postérieure, indiquée en cas de pseudarthrose elle permet une arthrodèse particulièrement fiable.
- ▶ la technique n'est malheureusement pas applicable en cas de fracture associée, de spina bifida de l'arc postérieur de C1 ou de laminectomie préalable.

*Le vissage trans-pédiculo-articulaire bilatéral de C1-C2* permet de pallier aux défauts de l'arc postérieur de C1. (ROY

CAMILLE, 1986).

Il s'agit d'un vissage postérieur bilatéral qui solidarise C1 et C2. Le point de pénétration du foret se situe au bord postéro-médial de la zygapophyse caudale de C2 juste à sa jonction avec la lame de C2. La visée est ventro-craniale, elle franchit successivement l'isthme de C2, sa masse latérale, l'interligne C1-C2 et doit traverser la masse latérale de C1. La visée est oblique de 15° en dedans.

Fiable par la solidité du montage, ce geste compromet définitivement la rotation C1-C2. Sa réalisation est délicate. Le trajet de l'artère vertébrale, "encastrée" dans le pédicule de C2, expose le vaisseau à une blessure. Pour l'éviter au mieux, la vis doit pénétrer par le quadrant supéro-médial du canal pédiculaire de C2.

*b-Méthodes antérieures le vissage axial de l'odontoïde (BRHLER, 1982) (Figure n°7.E)* La méthode est élégante puisqu'elle fixe directement le foyer de fracture et conserve la fonction de rotation C1-C2. Technique délicate, sa difficulté réside dans l'installation : patient en décubitus dorsal, la tête maintenue par une têtère à prise osseuse en position de réduction, sous deux amplificateurs de brillance orthogonaux nécessaires pour suivre le trajet du foret et de la vis de face et de profil. L'abord se fait par cervicotomie antéro-latérale droite "classique", on repère le bord antéro-inférieur du corps de C2, la progression du vissage doit être constamment suivie sur l'amplificateur de brillance. La fixation est assurée par une vis spongieuse de 45 à 50 mm de longueur dont la pointe doit en principe franchir à peine la corticale de l'apex odontoïdien. Une immobilisation post-opératoire par minerve est nécessaire pendant une durée d'au moins trois mois. Cette technique donne des résultats anatomiques avec restitution ad integrum des fonctions de rotation C1-C2.

La technique est malgré tout inapplicable dans les fractures à long trait oblique en bas et en avant, les fractures comminutives C2, ou chez les patients à thorax globuleux ne permettant pas l'horizontalisation du tournevis.

Enfin, en cas de grande instabilité, conséquence d'une importante rupture ligamentaire, un montage de grande solidité comme la compression-détraction par crochets sur les arcs postérieurs apparaît plus fiable.

*la voie transorale* Elle n'a de réelle indication que la décompression médullaire dans certains calcs vicieux de l'odontoïde.

*c. Il convient pour le traitement d'isoler les fractures de l'enfant.* L'agression subie par les cartilages lors d'un abord chirurgical est une menace pour la croissance, le traitement orthopédique donne en fait les meilleurs résultats.

La traction trans-crânienne pendant trois semaines apporte une réduction et un début de consolidation. La force de traction doit être très modérée, 300 à 500 g avant deux ans, 3 kg au maximum pour un adolescent. Le traitement se poursuit par le moulage d'une minerve maintenue jusqu'à consolidation.

Même si le résultat immédiat n'est pas anatomiquement parfait on peut attendre de très bonnes corrections sous l'effet de la croissance en quelques années.

## V - LE RACHIS CERVICAL INFÉRIEUR

La mobilité domine la fonction du rachis cervical. Elle marque son empreinte sur les lésions traumatiques par la forte prédominance des formes "disco-ligamentaires". Elle est responsable d'un risque accru lors des manipulations des

blessés. Elle doit être préservée au maximum lors des fixations chirurgicales. Au dessus de T1 l'atteinte de la moëlle réalise une tétraplégie. Le diaphragme est concerné par les lésions situées au dessus de C4.

A. Méthodes thérapeutiques 1. *Traitements orthopédiques*-*Méthodes de traction crânienne*Le principe mécanique de réduction ou de contention par traction est particulièrement utile au niveau cervical.

- *Les frondes (type fronde de GLISSON)* (Figure n°8.A). Des bandes de toile ou de jersey placées sous le menton et l'occiput se rejoignent au vertex où la fronde est tenue en main. L'opérateur contrôle, sous l'amplificateur de brillance, son mouvement de traction dont l'axe est déterminé par le type lésionnel. La réduction peut être facilitée par l'anesthésie générale et une brève curarisation.

Sûre, rapide, applicable en première urgence la méthode peut être pratiquée en salle de radiologie dès le diagnostic posé.

- *Les tractions par fixation crânienne L'étrier de CRUTCHFIELD*La pose est réalisée sous anesthésie locale après rasage partiel du cuir chevelu. Sur une ligne passant par les conduits auditifs, sont pratiquées deux petites incisions de 1cm chacune à 2 cm de part et d'autre de la ligne médiane. On présente ensuite l'étrier de façon à repérer l'emplacement des orifices osseux que l'on fore à la mèche, obliquement en dedans suivant l'axe des pointes ; la profondeur doit être suffisante pour éviter le dérapage de l'appareil, mais la corticale interne doit être respectée. L'étrier est bloqué en place, les incisions suturées autour des pointes, la traction continue installée au lit du malade. Les risques infectieux doivent être prévenus par des soins quotidiens. Cet appareil autorise avec beaucoup de sécurité les manipulations de réduction manuelle et permet une traction prolongée.

*L'étrier de GARDNER*est composé d'un arceau métallique qui emboîte la voûte du crâne et se termine latéralement par deux orifices filetés. Y prennent place deux tiges métalliques à vis dynamométriques effilées en pointe. De profondeur réglable ces tiges bloquent l'étrier à travers la peau dans la table externe des deux régions temporo-pariétales. L'étrier peut être placé au lit du malade, sous anesthésie locale, sans rasage, avec une simple désinfection locale.

*Le halo*est un anneau fixé à la voûte du crâne par quatre vis dynamométriques, deux frontales antéro-latérales et deux postérieures pariéto-occipitales, implantées et serrées sous anesthésie locale permettant un ancrage très solide.

Non agressive pour l'axe médullaire lorsqu'elle est parfaitement contrôlée en force et en axe , la traction fait partie intégrante de la méthode posturale. Excellent maintien de la réduction, elle évite habituellement la reproduction des déplacements et peut remplacer toute contention, externe ou chirurgicale, jusqu'à consolidation. Elle facilite les transports et le nursing. Elle permet la confection des appareils de contention moulés. Enfin la traction per-opérateur maintient efficacement la position et peut faciliter le geste chirurgical.

*b. la réduction orthopédique- Les manoeuvres de réduction*Elles ne sont pas "standard". Elles doivent être adaptées au type lésionnel, et suivies sous amplificateur de brillance. La réduction par traction peut être ainsi :

- *Axiale ou en extension légère* dans les fractures articulaires avec luxation ou les fractures en "tear-drop".

- *Avec mouvement de flexion et d'inclinaison latérale* ou de légère rotation dans les accrochages articulaires postérieurs unilatéraux ; ceux bilatéraux peuvent imposer une double manoeuvre, d'un côté puis de l'autre afin de "décrocher" séparément les articulaires.

c. *Trois résultats schématiques peuvent être observés - Si la réduction est possible et se maintient*(accrochage articulaire), la traction continue est inutile, et peut laisser place à une contention en hyperextension en attente du geste chirurgical.

- *La réduction enfin peut être incomplète impossible ou instable* la stabilisation chirurgicale rapide est nécessaire.

- *L'excès de réduction* ou plus exactement le baillement excessif des espaces intersomatiques est dû à une traction trop puissante ou à la gravité de la lésion disco-ligamentaire . Dans ces cas la traction doit être immédiatement soulagée.

d. *La Contention externe.- les minerves* Pour un maintien correct, la minerve doit à la fois être ajustée sur de très bons appuis mais sans agressivité pour les tissus cutanés : l'ouverture de la bouche en est ainsi très limitée. L'appareil doit remonter haut en arrière sur la région pariéto-occipitale ; par contre, il faut libérer les oreilles et éviter les appuis serrés sur l'angle mandibulaire sous peine de douleurs invalidantes ; l'appui sur les épaules doit laisser libre l'élévation du bras à l'horizontale ; au niveau thoracique, les appuis se font en avant sur la ligne mamelonnaire et en arrière la pointe des omoplates.

La minerve en plâtre est réalisée au mieux sur un sujet en position assise, la traction placée à la verticale. On peut procéder sans danger à l'ablation de la traction crânienne dès que le plâtre a durci.

- *le Halo* Dans les cas où la traction initiale a été réalisée par **halo**, ce dernier peut être relié, selon le principe précédent, à un corset thoracique par des tiges métalliques.

- *Les colliers* simples bandes de feutre ou de "mousse" en polystyrène enroulées autour du cou suffisent la plupart du temps à la contention cervicale en post-opératoire. De nombreux modèles plus rigides sont utilisés dans la phase de transport du blessé.

2. *Traitements chirurgicaux*-*Les traitements antérieurs- l'abord antérieur (Louis , 1982)* Le malade est en décubitus dorsal, sous anesthésie générale, la tête en rectitude et en extension légère. Le niveau lésionnel est repéré à l'amplificateur de brillance.

L'incision cutanée est transversale, en hémicravate (CLOWARD). Esthétique, cachée dans un pli du cou, elle permet d'accéder à trois disques.

Le muscle peucier du cou est exposé et sectionné dans l'axe de ses fibres au bord antérieur du muscle sterno-cléido-mastoïdien ; l'aponévrose cervicale moyenne est effondrée. Dans les abords inférieurs le muscle omohyoïdien est refoulé vers le bas, parfois vers le haut. Le paquet vasculo-nerveux jugulo-carotidien est repéré et refoulé légèrement en dehors, l'axe viscéral en dedans, on palpe alors aisément la face antérieure du rachis cervical. L'écartement de l'axe viscéral nécessite parfois la ligature de veines thyroïdiennes, voire du tronc veineux thyro-linguo-facial. On peut également devoir lier une artère thyroïdienne. Le plan conduisant au rachis s'ouvre aisément, le pharynx, souvent étroitement appliqué sur le plan pré-vertébral est récliné, le récurrent n'est jamais exposé, même dans l'abord droit.

Une nouvelle vérification du niveau lésionnel est indispensable avant l'incision du ligament longitudinal ventral au bistouri électrique.

L'écarteur de CLOWARD permet d'écarter simultanément l'ensemble des plans, en prenant appui sur les berges des

muscles longs du cou pour éviter une forte pression sur les vaisseaux du cou. Cette voie permet une exposition parfaite de C3 à C7.

- *discectomie et somatotomie cervicale* Les voies antérieures permettent plusieurs types de gestes tous facilités et sécurisés par l'utilisation du microscope :

la résection discale intersomatique est pratiquée prudemment à la curette et à la pince à disque. Elle doit systématiquement faire vérifier la présence ou non de fragment discal hernié dans le canal cervical.

la corporectomie est effectuée à la pince emporte-pièce type KÉRISSON, ou à la fraise rotative après discectomie sus et sous jacente. Pour l'ablation de la corticale postérieure il faut repérer une petite surface de dure-mère à partir de laquelle on pourra poursuivre la dissection durale et la corporectomie. Les entonnoirs radiculaires doivent être exposés latéralement dans les régions unco-vertébrales.

- *Arthrodèses et fixations (Figure n°8.B.a,b)* Après discectomie ou corporectomie l'arthrodèse est réalisée à partir soit de greffons cortico-spongieux prélevés de préférence sur l'aile iliaque, soit de greffons hétérologues lyophilisés.

La fixation est assurée par une ostéosynthèse antérieure réalisée par des plaques spéciales type SENEGAS, OROSCO ou FUENTES vissées dans les corps vertébraux et éventuellement dans les greffons.

*b-les traitements postérieurs- L'abord postérieur* Le malade est en décubitus ventral, sous anesthésie générale. La face est appuyée sur une tète qui permet d'adapter la position de la tête et du cou aux nécessités lésionnelles. Une traction crânienne peut être associée pour maintenir la position ou faciliter les éventuelles réductions opératoires. L'abdomen doit être dégagé pour éviter toute compression veineuse.

Une incision médiane postérieure centrée sur la lésion donne accès à la ligne des épineuses. Après avoir libéré les muscles de leurs insertions épineuses et lamaires, on expose latéralement jusqu'aux massifs articulaires.

Cet abord permet de réduire un déplacement et de pratiquer une laminectomie. On peut explorer l'espace épidual postérieur et latéral, mais en aucun cas la paroi antérieure du canal, geste dangereux pour la moëlle. On peut ainsi traiter des hématomes ou surtout des embarrures lamaires ou articulaires postérieures. En poussant latéralement la résection osseuse dans les massifs articulaires par arthrotomie ou même arthrectomie, on explore les racines dans les foramens.

- *Les arthrodèses postérieures* Elles se limitent à l'avivement des surfaces articulaires postérieures pour assurer une bonne consolidation après réduction d'un accrochage articulaire, ou au remplacement par une auto-greffe, d'un massif articulaire sacrifié.

- *Les ostéosynthèses postérieures* Les plaques vissées de ROY CAMILLE sont les plus utilisées (Figure n°8.c). Le point de repère du forage de pénétration des vis est sous la pointe inférieure de l'articulaire et la visée de 10° en dehors pour éviter l'aplomb de l'artère vertébrale.

Le matériel de COTREL-DUBOUSSET (C.D.) utilise, pour le rachis cervical, les tiges et crochets pédiatriques appliqués sur les lames.



*c-Le double abord* Quelquefois justifié, il peut être réalisé en 1 ou 2 temps. Le décubitus latéral facilite l'intervention en un seul temps opératoire : cette position nécessite un "calage" du malade assez difficile sur la table d'opération, pour respecter l'axe rachidien ; il est utile d'installer une traction crânienne.

**B - Indications** Le diagnostic du type lésionnel obtenu, la réduction des déplacements s'impose avant toute chose par manoeuvre externe avec ou sans traction.

*1. Les lésions discoligamentaires a- Les fractures-luxations* Dans la fracture de la pointe d'une articulaire sans subluxation corporéale, et sans souffrance radiculaire, l'immobilisation par minerve peut suffire.

Dans la fracture articulaire avec subluxation rotatoire du mur postérieur, algie brachiale, et parfois signes médullaires, l'intervention antérieure sous traction pour discectomie, uncusectomie, greffe intersomatique et fixation par plaque vissée réduit le déplacement, traite l'instabilité et permet de décompresser la racine. La voie postérieure permet la résection du fragment basculé au prix d'une arthrotomie partielle destabilisante et impose une ostéosynthèse par plaques vissées bilatérales.

Les fractures articulaires postérieures bilatérales sont rares et nécessitent un traitement chirurgical par abord antérieur après réduction.

*b-Luxation avec accrochage articulaire uni ou bilatéral* L'accrochage incomplet qualifié de "pointe à pointe" est particulièrement instable, la bascule risque de se produire d'un côté ou de l'autre. Les signes neurologiques sont rares. La réduction manuelle par traction dans l'axe puis hyperextension, est le premier temps du traitement avant la chirurgie.

Dans l'accrochage articulaire uni ou bilatéral, la réduction manuelle s'impose et permet la chirurgie par voie antérieure. Seule l'irréductibilité manuelle impose la réduction sanglante par voie postérieure.

*c-Les entorses graves* Les entorses graves imposent un traitement chirurgical : en position de réduction l'abord antérieur permet la discectomie, suivie d'une greffe intersomatique et d'une ostéosynthèse par plaque vissée bi-corporéale. L'espace épidual doit être exploré pour rechercher une migration de fragments discaux. Le traitement postérieur par plaques vissées de ROY CAMILLE efficace sur la stabilisation ne permet pas la vérification des migrations discales et implique la certitude neuro-radiologique pré-opératoire de leur absence.

*2. Les lésions disco-corporéales ou mixtes a- Les fractures parcellaires, les tassements corporéaux* antérieurs avec cyphose modérée, mais stables, sans retentissement canalaire et sans atteinte neurologique justifient une immobilisation par minerve.

*b-Les fractures graves* ou fractures "tear-drop" imposent la chirurgie d'urgence par voie antérieure pour corporectomie après discectomie sus et sous-jacente. La résection du mur postérieur garantit le calibrage canalaire. Est associée la greffe intersomatique (autogreffe iliaque cortico-spongieuse) encastree dans la tranchée de corporectomie et fixée par une ostéosynthèse par plaque vissée dans les corps vertébraux. Le port d'une minerve est indiqué pendant le temps de consolidation (2 à 3 mois).

*3. Les cas particuliers a- Quelques rares embarrures lamaires unilatérales* responsables d'un déficit neurologique doivent faire l'objet d'une indication d'urgence de décompression par laminectomie. Le scanner met parfaitement en évidence ces lésions.

*b-Les hernies discales cervicales aiguës traumatiques isolées* sont peu fréquentes, mais il convient de les rechercher systématiquement par scanner ou IRM devant tout déficit neurologique qui ne fait pas sa preuve. Le traitement est l'exérèse chirurgicale par voie antérieure avec discectomie en vérifiant l'espace épidual antérieur jusqu'à la dure-mère pour ne pas laisser en place un fragment exclu et migré. Isolée sans autre lésion ligamentaire associée la hernie discale enlevée ne nécessite ni greffe ni ostéosynthèse.

*c-Les tétraplégies sans lésion osseuse* surviennent surtout chez des sujets du 3<sup>ème</sup> âge à la suite d'un traumatisme cervical sur colonnes arthrosiques. Le tableau clinique est celui d'une tétraplégie plus ou moins sévère à prédominance dibrachiale. L'IRM montre d'importants rétrécissements discarthrosiques. La laminectomie étendue (C1-T1) est indiquée, mais le pronostic neurologique reste souvent grevé de séquelles sur la fonction manuelle. La chirurgie antérieure de l'arthrose cervicale peut également être l'option choisie en fonction de lésions antérieures prédominantes.

## VI - LE RACHIS DORSO-LOMBAIRE

L'ensemble dorso-lombaire du rachis est constitué de 3 segments en fait assez dissemblables par leur physiologie et par la répartition des différentes lésions traumatiques. L'environnement anatomique en avant propre à chacun autorise des compositions thérapeutiques antérieures et postérieures très spécifiques. Le contenu nerveux également de la moëlle aux racines de la queue de cheval forme des cibles dont la vulnérabilité ne peut être comparée et qui également va moduler les conduites thérapeutiques.

*A-Méthodes thérapeutiques 1. Traitements orthopédiques* Prônées par GUTMAN dans la méthode posturale, les traitements orthopédiques ont été codifiés surtout par BÖHLER. Ils font essentiellement appel à une réduction et contention en lordose et donc s'adressent aux lésions d'écrasement corporel particulièrement fréquentes à ce niveau dorso-lombaire. Ces méthodes sont *formellement contre-indiquées* en cas de lésion (rare ici) du type luxation avec accrochage articulaire où la manoeuvre cisailerait l'axe nerveux ; de même la présence d'un fragment corporel sténosant supérieur à 1/3 (fragment inter pédiculaire) détaché et basculé en arrière dans le canal rachidien interdit la réduction hyperlordosante qui risque d'aggraver la bascule du fragment et la sténose canalaire.

*a-la réduction orthopédique* **Dans la méthode posturale**, l'hyperlordose est réalisée sur patient en décubitus dorsal, un billot souple sous la charnière dorso-lombaire. La réduction est lente, souvent incomplète ; le patient ne peut être levé avant consolidation. La méthode peut malgré tout avoir son intérêt dans certaines lésions plurifocales ou polytraumatismes graves.

**Dans la réduction type BÖHLER**, le sujet en position ventrale et sous analgésie, prend appui sur deux points fixes, l'un thoracique supérieur, l'autre pubien ou même crural. La région dorso-lombaire est suspendue dans le vide et se creuse en hyperlordose. La réduction est contrôlée sous amplificateur de brillance et méticuleusement suivie sur le plan neurologique. Une coquille plâtrée ou un corset moulé dans cette position maintiendra la réduction.

**Dans la réduction sur cadre de COTREL**, le patient est en décubitus dorsal. L'hyperlordose est réalisée grâce à une large bande de toile passée en berceau sous le segment dorso-lombaire et soulevée progressivement par manoeuvre des poulies du cadre. La réduction est contrôlée sous amplificateur de brillance. Le corset plâtré de contention est confectionné sur cadre.

*b-la contention orthopédique* Le corset est confectionné sur lésion vertébrale réduite. Le plâtre dorso-lombaire de BÖHLER comprend trois points d'appuis, sternal, pubien et lombaire ; une fenêtre périombilicale est ménagée. Il doit

être maintenu trois mois au minimum. (Figure n°9.B)

<!--SPIP--> Les matières plastiques thermoformables peuvent être substituées au plâtre. Beaucoup plus pratiques pour le blessé, elles autorisent la toilette.

Le corset est à proscrire chez les paraplégiques alités en raison des risques d'escarres. Il ne peut donc être utilisé que pour l'immobilisation d'un foyer de fracture stable après réduction et sans atteinte neurologique ou éventuellement en complément d'une ostéosynthèse chirurgicale dans les grandes instabilités.

*2. Traitements chirurgicaux-Méthodes postérieures***L'abord postérieur** est réalisé en décubitus ventral, hanches et thorax surélevés laissant la paroi abdominale libre de toute compression : la colonne dorso-lombaire est placée en lordose, excepté en cas d'accrochage articulaire où le patient est installé *en cyphose* avec des coussins placés sous l'abdomen et retirés uniquement après réduction. Une radiographie de profil sur table est indispensable pour centrer la voie d'abord.

**La laminectomie** n'est indiquée que si la sténose canalaire est supérieure au 1/3 du diamètre du canal ou si l'éclatement vertébral est responsable d'une fracture laminaire dans laquelle peuvent être incarcérées des radicelles extériorisées au travers d'une dure-mère déchirée. Elle devra donc toujours être conduite très prudemment, en passant en périphérie de la fracture laminaire préalablement repérée sur le bilan radiographique. Elle concerne *deux niveaux* : les vertèbres lésionnelle et sus jacente, le fragment intra canalaire se projetant entre les deux arcs postérieurs. Elle permet de contrôler les fragments discaux ou osseux intra canaux qui pourront être enlevés ou impactés sous le fourreau méningé. Les brèches méningées doivent être réparées, par suture ou par patch.

**L'abord postérieur ou postéro-latéral élargi** (RICHAUD, 1990) dérive de la classique laminectomie. Son objectif est d'exposer le fourreau dural et les racines le plus largement possible en évitant l'écartement méningé. La laminectomie est "élargie" en réséquant les articulaires et les pédicules d'un côté. Cette voie permet sous microscope, éventuellement des gestes d'impaction, de curetage ou d'ablation de fragments osseux ou discaux. La procédure est malgré tout lourde et la déstabilisation du foyer oblige à un geste important de reconstruction postérieure.

### La fixation postérieure

l'ostéo-synthèse postérieure par plaques à vissage pédiculaire de ROY CAMILLE est l'intervention de référence (Figure n°10). Elle nécessite une bonne connaissance de la visée pédiculaire. Le point de pénétration est situé 1 mm au dessous de l'interligne articulaire. La crête osseuse qui limite le bord latéral de l'isthme conduit en haut et latéralement à une fossette triangulaire dont le sommet supérieur est un excellent repère de l'aplomb pédiculaire. Après une marque à la pointe carrée, le forage se fait à la mèche sur moteur lent, selon une orientation sagittale repérée sur une radiographie de profil per-opératoire. La direction dans le plan transversal est de 10 à 20° en dedans.

Les vis utilisées ont une longueur de 35 à 48 mm pour un diamètre de 3,5 ou 4 mm, alors que l'avant-trou a un diamètre de 3,2 à 3,5mm . La longueur des plaques est variable selon la conception du montage (plaques à 7trous pour montages courts sur 3 segments, un de part et d'autre de la lésion, plaques à 9trous pour montages longs sur 5 segments, deux de part et d'autre de la lésion). Le vissage en rappel sur ces plaques pré moulées permet un excellent alignement vertébral et une bonne reconstruction du corps vertébral. Les radiographies de profil per-opératoires ou l'amplificateur de brillance contrôlent la procédure. La relative facilité de la mise en place de ce matériel, son efficacité dans la réduction et la solidité du montage sont des qualités de référence, comme l'universalité des plaques et des vis qui ne nécessitent pas de matériel ancillaire très spécifique. Les plaques de ROY

CAMILLE peuvent être appliquées à la majorité des types lésionnels et à tous les niveaux.

Les ostéosynthèses en compression sur les lames vertébrales ne sont envisageables que si les arcs postérieurs sont indemnes et en dehors de lésions corporales d'écrasement. Les ligaments jaunes sont désinsérés des espaces interlaminaires sus et sous jacents. La fixation est obtenue par des crochets lamaires solidarités en compression sur des tiges type HARRINGTON inversé (matériel de KEMPF) ou CD. Ce type d'ostéosynthèse de solidité absolue ne nécessite aucune contention externe associée en post-opératoire. Une fixation sur deux niveaux est le montage idéal en cas de lésions disco-ligamentaires pures. (Figure n°9.C)

D'autres matériels d'ostéosynthèse sont assez couramment utilisés :

- ▶ plaques à vissage pédiculaire pour montages en cadre de PRIVAT (PRIVAT, 1988)
- ▶ système tiges-vis (SOCON -KLUGER)
- ▶ matériels à fixations mixtes laminaire ou pédiculaire par crochets ou vis (COTREL-DUBOUSSET) qui offrent une grande souplesse d'utilisation en neutralisation, détraction ou compression.

Du fait du diamètre plus important des vis nécessaires à certains montages (de 4.5 à 6 mm), la visée pédiculaire peut avoir une technique différente avec un point d'attaque du pédicule situé à la jonction articulaire-transverse. L'angle de pénétration transversal est alors voisin de 45°.

*b-méthodes antérieures* Les voies antérieures La thoracotomie transpleurale ou mieux sous pleurale peut être utilisée pour l'abord des corps vertébraux thoraciques.

**La charnière thoraco-lombaire (T 10à L 2)** peut être abordée en avant de plusieurs façons :

- La thoraco-phréno-laparotomie est pratiquée par voie gauche au niveau du 9ème espace intercostal (2 niveaux au dessus de la lésion) chez un patient en décubitus latéral sur table "cassée" et billot. Elle aborde la face latérale gauche des corps vertébraux après ouverture de la plèvre pariétale et du diaphragme jusqu'au psoas, ligature des artères et veines intercostales et lombaires, écartement à droite de l'axe aortico-cave.

Cette voie d'abord offre un jour important permettant des résections somatiques larges pour décompression canalaire antérieure, la mise en place de greffons vissés ou d'ostéo-synthèses (plaques de GOUTALLIER) immédiatement solides.

- ▶ La voie latérale gauche peut être sous-pleuro-péritonéale (CHABANNES, 1982). Cet abord est centré sur la 11ème (pour T12) ou 12ème côte (pour L1-L2). Après résection costale on peut disséquer la plèvre, la face latérale du diaphragme qui est sectionné à distance de la paroi. Le rétropéritoine est également libéré jusqu'au psoas. On peut ainsi facilement traiter des lésions de T11 à L2.
- ▶ Par laparotomie pure le pédicule rénal gauche fait obstacle à l'abord des corps vertébraux situés au dessus du disque L2-L3. Il faut désinsérer l'angle colique gauche, la rate et le pancréas jusqu'au mésogastre postérieur. Le rein gauche et la glande surrénale peuvent être basculés médialement sur la charnière du pédicule rénal gauche. On atteint ainsi la région latéro aortique gauche jusqu'au ligament arqué, ce dernier peut être sectionné sans conséquence néfaste. Cette voie permet à l'extrême l'accès aux vertèbres de T12 à L2.

**L'abord du rachis lombaire de L 2à S 1**

Après laparotomie médiane ou transverse, la face antérieure de la colonne est atteinte en latéro-aortique gauche. Cet accès est réalisé soit en traversant directement le rétropéritoine soit après décollement du méso-colon gauche jusqu'à la ligne médiane. Il est nécessaire de ligaturer les vaisseaux lombaires sur deux ou trois étages en ménageant latéralement la chaîne sympathique gauche. L'aorte peut alors être basculée sur la droite mettant ainsi à

jour le ligament longitudinal ventral. Une radiographie de profil per-opératoire vérifie le niveau lésionnel.

*Les gestes rachidiens* L'abord antérieur peut être pratiqué pour une décompression antérieure du canal en cas de fragment très volumineux ou pour reconstruction greffe de la colonne antérieure.

Après ouverture du ligament longitudinal ventral on procède à l'ablation du disque en contact avec le plateau supérieur de la vertèbre fracturée ; en cas d'éclatement vertébral important une corporectomie médiane s'impose pour prendre appui solidement sur les vertèbres sus et sous lésionnelles. Le calibrage du canal est obtenu par l'ablation des fragments détachés de la plaque postérieure. On peut être confronté alors à une hémorragie veineuse des plexus épiduraux qui cède au simple tamponnement.

Le vide osseux est comblé par un greffon iliaque bicortical, découpé aux dimensions du vide corporel, il prend appui (corticales verticales) sur les plateaux des vertèbres adjacentes. Une ostéosynthèse antérieure par plaque vissée ne serait vraiment indispensable qu'en absence de fixation postérieure.

*c-les voies doubles* Elles sont plus rares et peuvent être réalisées en un ou deux temps opératoires pour les lésions disco-corporéales graves, les sténoses résiduelles ou reconstructions insuffisantes après chirurgie postérieure (Figure n°10.C.b).

**B-les indications** 1. *le rachis dorsal* La spécificité lésionnelle et thérapeutique de la colonne dorsale s'étage de T2 à T10.

Les traumatismes dorsaux ont leur spécificité propre. Les tassements bénins, sans trouble neurologique et avec peu de conséquence statique sont fréquents et ne relèvent que d'un traitement fonctionnel. Les corsets sont peu efficaces. Les lésions graves sont souvent multiples et associent tassements corporeaux et transections postérieures multiétagés. Des fractures de côtes sont fréquemment associées et forment par leur divergence sur la radiographie de face du thorax un excellent signe indirect des lésions vertébrales. Les épanchements sanguins hémomédiastin ou hémothorax sont presque la règle d'emblée ou dans les jours qui suivent l'accident. Les signes neurologiques répondent le plus souvent à la loi du tout ou rien, avec ou l'absence de trouble neurologique ou au contraire syndrome de section médullaire complète.

**Le traitement des lésions graves** peut être l'abstention, compte tenu de la faible mobilité de la colonne thoracique. Néanmoins il faut craindre l'évolutivité des déplacements avec aggravation de la cyphose, et menace sur la capacité respiratoire. Secondairement, l'absence de calibrage canalaire pourrait favoriser le développement d'une syringomyélie. Le traitement chirurgical corrige les déplacements et fixe ces fractures, nursing et rééducation en sont facilités.

**L'abord postérieur** est le moins invasif. La fixation peut être longue sur ce segment rachidien physiologiquement peu mobile, prenant deux à trois niveaux de part et d'autre du foyer lésionnel souvent bi-vertébral. Une tige de HARRINGTON placée d'un côté en détraction permet le redressement de la cyphose. Elle corrige les déplacements en baïonnette et les éventuels chevauchements. De l'autre côté la mise en place d'une plaque de ROY-CAMILLE longue harmonise la cyphose, supprime les rotations axiales, et les décalages antéro-postérieurs. Le matériel de COTREL-DUBROUSSET peut être substitué avantageusement à ces montages. La laminectomie élargie permet de compléter le calibrage canalaire et de réparer d'éventuelles lésions méningées.

2. *La charnière dorso-lombaire (T10 à L2)* Elle est centrée sur L1 et rassemble plus de 40 % des fractures de toute la colonne dorso-lombaire. Les lésions de type disco-corporel sont prédominantes et responsables de troubles statiques dans le plan sagittal et parfois le plan frontal particulièrement péjoratifs à ce niveau, point d'inflexion entre

cyphose dorsale et lordose lombaire. La réduction de la lésion devra exagérer la lordose physiologique pour reconstruire le tassement corporéal et corriger l'angulation.

Le nevraxe correspond au renflement médullaire lombaire, les troubles neurologiques sont des paraplégies complètes ou souvent incomplètes par épargne radiculaire. Le potentiel de récupération est alors important justifiant une libération médullaire en extrême urgence.

La technique choisie sera fonction des lésions, du malade, de son âge, de son potentiel physique et de la qualité de son squelette.

*Les lésions disco-corporéales* Les tassements corporéaux de 10 à 20° (Figure n°9.A), sans atteinte du mur postérieur, nécessitent un traitement fonctionnel associé éventuellement à un corset, méthode fréquemment indiquée chez la personne âgée.

Les tassements plus importants de 20 à 30° avec un fragment mineur intra canalaire (sténose inférieure à 1/3) peuvent être traités par méthode de BÖHLER.

Au delà on s'adresse au traitement chirurgical où l'abord postérieur est la règle. La laminectomie est indiquée en cas de trouble neurologique, s'il existe une fracture laminaire et en cas de sténose canalaire supérieure à 1/3. Le geste devra être particulièrement prudent : l'incarcération de dure mère ou de radicelles est fréquente dans le foyer de fracture de l'arc postérieur. Pour un meilleur contrôle du fragment intra-canalaire l'abord postéro-latéral élargie peut être utilisé. Le montage type est l'ostéosynthèse de ROY CAMILLE sur 5 niveaux. La fixation sur 5 vertèbres est solide et permet une excellente réduction.

D'autres matériels permettent ici des réductions intéressantes avec une fixation plus courte (COTREL-DUBOUSSET, KLUGER ET SOCON).

La nécessité d'un abord antérieur complémentaire est rare, pour réaliser l'ablation de fragment intra-canalaire incarcérés lors de fractures multiétagées et éviter des montages postérieurs longs supérieurs à 5 niveaux. La voie antérieure rétro-rénale gauche peu invasive est utilisée pour réaliser des corporectomies-greffes.

A tous ces montages est associée une contention extrême par corset léger pendant 3 mois.

*Les lésions disco-ligamentaires* sont ici plus rares. Elles nécessitent une réduction à ciel ouvert sans manoeuvre lordosante avant d'avoir un contrôle direct instrumental sur les luxations. Les techniques sont alors les mêmes que celles des mêmes lésions au niveau lombaire.

**3. le rachis lombaire** La spécificité du traumatisme du rachis lombaire concerne le segment situé au dessous de la charnière thoraco-lombaire et donc au dessous de la terminaison de la moëlle (L2).

Les lésions neurologiques éventuelles sont celles des éléments de la *queue de cheval* et s'expriment cliniquement par des déficits de type périphérique. La fragilité radiculaire est moindre que celle du tissu médullaire et autorise souvent des récupérations appréciables. Le soulagement de la compression traumatique de la queue de cheval est une *urgence absolue*. En l'absence par contre de signes neurologiques le traitement peut être différé. Mais une bonne réduction reste plus facile à obtenir pendant la première semaine qui suit le traumatisme.

Au plan mécanique le segment lombaire s'individualise à la fois par son *rôle porteur* et par sa *mobilité sagittale de flexion-extension*. L'objectif de tout traitement sera de restaurer une statique alignée solidement en préservant au mieux la fonction dynamique. L'environnement anatomique permettant un accès facile aussi bien antérieur que postérieur permettra comme au niveau cervical de répondre au mieux à ces exigences par des montages courts associant souvent fixation postérieure courte solide et greffe antérieure porteuse.

*Le choix de la technique est fonction du type lésionnel* La grande majorité des lésions lombaires sont du type *Disco-Corporéal* et tous les degrés de gravité peuvent se voir. Les tassements cunéiformes inférieurs à 20° (Figure n°9.A), sans sténose canalaire ni fracture laminaire se prêtent bien au traitement orthopédique avec réduction en hyperlordose et corset type BÖHLER.

Les formes sévères cumulent l'écrasement corporéal et l'éclatement vertébral et sont responsables à la fois d'une altération de la lordose lombaire et d'une sténose canalaire. Non ou mal traitées ces deux composantes sont évolutives. Le traitement chirurgical donne les meilleurs résultats. Les bonnes propriétés mécaniques, et la solidité des montages en cadre "courts" autorisent une ostéosynthèse postérieure exclusive, en dehors des éclatement vertébraux graves et des sténoses canalaires responsables des troubles neurologiques. Pour les formes disco-corporéales plus sévères, comme pour les sténoses résiduelles ou reconstructions restées imparfaites après le temps postérieur, le double abord avec greffe corporéale est souhaitable.

Plus rarement cette région est l'objet de lésion de type *disco-ligamentaire*, luxation avec accrochage ou affrontement articulaire. La fracture de CHANCE est le modèle lombaire type du groupe des *lésions mixtes* (FUENTES, 1982). Les lésions disco-ligamentaires pures (subluxation, ou luxation) et les fractures de CHANCE avec un faible tassement corporéal sont au mieux traitées par les ostéosyntheses en compression type KEMPF (Figure n°9.C) ou COTREL DUBOUSSET. Les autres (luxation avec fracture articulaire, fracture de CHANCE avec tassement corporéal important) nécessitent une fixation postérieure courte à prise pédiculaire voire un double abord.

Les lésions de la colonne lombaire sont fréquentes et en majorité de forme disco-corporéale. Il est possible ici de privilégier les montages courts et d'être large d'indications de double abord, compte tenu des excellents résultats qu'ils apportent.

### références

Anderson Id, d'alonzo rt : Fractures of the odontoïd process of the axis. **j bone joint surg 56a** : 1663-1674, 1974

Argenson cl, Boileau P : Classification of thoracolumbar spine fractures, in Floman Y : **Thoracolumbar spine fractures**. New York : Raven Press, 1993, 10 pp 131-156

Boehler j : Anterior stabilisation for acute fractures and non union of the dens. **j bone Joint surg**, 64A : 18-28, 1982

Böhler L : Technique du traitement des fractures, in Ed. Médicales de France : vol 1. Paris, 1944

Chirossel JP, Passagia JG : Classification anatomo-radiologique des traumatismes graves du rachis, in **Traumatismes du crâne et du rachis (SNCLF)** Estem Ed., Paris, 1992 pp149-168

Chirossel jp, hosatte f, faccioli f : Utilisation du matériel de Knodt dans le traitement de l'instabilité rachidienne. **2° symposium sur la pathologie rachidienne**, montpellier, 1980

Chabannes j, floucaud d, colnet g, paquet f : Notre expérience des greffes vertébrales dans la chirurgie des fractures graves du rachis dorso-lombaire. **Neurochirurgie 28** : 235-244, 1982

Denis F : Spinal instability as defined by the three column spine concept in acute spinal trauma. **Clin Orthop 189** : 65-70, 1984

Donchin M : Epidemiology of traumatic spinal column and cord injuries, in Floman Y : **Thoracolumbar spine fractures**. New York : Raven Press, 1993, 5 pp 59-64

Fuentes JM, Bloncourt J, Bourbotte G, Castan P, Vlahovitch B : La fracture de Chance. **Neurochirurgie 30** : 113-118, 1984

fuentes jm, vlahovitch b, negre c, fuentes c, seguard f, vavdin f : Aspects cliniques des traumatismes médullaires cervicaux au stade aigu. A propos de 117 cas. **agressologie 23E**, 105-109, 1982

Louis R : Anatomie chirurgicale et voies d'abord, in **Chirurgie du rachis**. Heidelberg : Springer Verlag, 1982

Privat JM : Osdtéosynthèse rachidienne. **Sauramps Medical**, 1988.

Richaud J, Bousquet P, Ealet G, Clamens J, Beltchika K, Lazorthes Y : Recalibrage par voie postéro-latérale des sténoses traumatiques récentes du rachis dorsal et lombaire. Modalités et résultats à propos de 31 observations. **Neurochirurgie 36** : 27-38, 1990

Roy Camille R : Rachis cervical traumatique non neurologique. **Masson**, 1979

Roy Camille R : Rachis dorso-lombaire traumatique non neurologique. **Masson**, 1980

Roy Camille R : Rachis cervical supérieur. **Masson**, 1986

Senegas J : Traitement d'urgence des tétraplégies traumatiques. **Cahiers d'enseignement de la SOFCOT**, Expansion Scientifique Française, 1977

Tricot A : Etiologie et épidémiologie des lésions médullaires, in **La paraplégie**. Flammarion, 1981, 1, pp 1-14