

# Scoliose idiopathique de l'adulte

JM Vital  
B Biot  
F Vadier  
F Diard  
JP Claverie

**Résumé.** – À l'âge adulte, on peut observer des scolioses idiopathiques (ou mieux primitives) et des scolioses dégénératives, qui dans les cas typiques, n'apparaissent qu'après la fin de la croissance. Si les scolioses idiopathiques graves diminuent en fréquence du fait d'une meilleure prise en charge thérapeutique, les scolioses dégénératives augmentent du fait du vieillissement de la population. Sur le plan anatomopathologique, les courbures principales idiopathiques vont s'enraidir, et les contre-courbures ou zones jonctionnelles être touchées par les mécanismes d'arthrose. Les scolioses dégénératives essentiellement lombaires vont peu s'aggraver sur le plan angulaire, mais souvent se compliquer de compression neurologiques. Le vieillissement naturel musculaire et neurologique vient aggraver les lésions ostéoarticulaires. L'équilibre sagittal maintenant bien étudié en prenant en compte la position du bassin, des hanches et des genoux peut être sévèrement altéré avec déport du sujet vers l'avant. Les conséquences cliniques sont d'ordre esthétique, douloureuses avec des rachialgies de multiples causes, parfois de complications neurologiques, surtout dans le cadre des scolioses dégénératives ; les complications respiratoires sont beaucoup plus rares. Des scores d'évaluation appréciant qualité de vie et retentissement fonctionnel doivent être appliqués à ces patients complexes. Sur le plan radiographique, les clichés en charge debout et de profil permettent de mesurer la scoliose et son retentissement dans le plan sagittal. Les clichés de correction aident à la décision thérapeutique, notamment chirurgicale. Saccoradiculographie couplée à scanner ou imagerie par résonance magnétique nucléaire sont proposées, pour reconnaître une cause compressive à une éventuelle radiculalgie. Les tests d'infiltration radiculaire, une exploration électrique bien conduite, permettent de bien localiser la radiculalgie. Sur le plan thérapeutique, le traitement conservateur est toujours sa place : il comprend le traitement médical appliqué à une lombalgie banale, la rééducation, et dans les cas les plus sévères l'orthopédie conservatrice. La chirurgie, pratiquée après un bilan anesthésique complet et une description complète et éclairée des avantages et risques au patient, comprend un temps de libération entre les vertèbres antérieures ou/et postérieures, une instrumentation elle aussi antérieure ou/et postérieure avec greffe osseuse. Les indications dépendent essentiellement de l'âge de l'adulte, de la topographie de la déformation et des signes d'appel sur lesquels on veut agir (rachialgie, déséquilibre radiculalgies). Les résultats doivent être évalués grâce à des scores en cours de validation. Le taux de complications n'est pas négligeable : elles sont dominées par l'infection, la pseudarthrose et les dos plats postopératoires qui peuvent conduire à des chirurgies complexes de reprise avec ostéotomies.

© 2002 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

**Mots-clés :** scoliose de l'adulte, scoliose idiopathique, scoliose dégénérative, radiculalgies, lombalgies, déséquilibre sagittal, traitement orthopédique, traitement chirurgical, cyphoscoliose, cyphose, arthrogénie.

## Introduction

La scoliose de l'adulte (sujet qui a atteint la maturité osseuse) peut être idiopathique (ou mieux primitive) et s'aggrave notamment après la ménopause en région lombaire ; des lésions dégénératives se surajoutent aux lésions scoliotiques. On peut, en théorie,

rapprocher de cette scoliose idiopathique la scoliose dégénérative qui n'apparaît qu'à l'âge adulte par altérations discales et articulaires postérieures. La distinction est parfois difficile. Les conséquences cliniques sont l'apparition de rachialgies, parfois de radiculalgies beaucoup plus rarement d'insuffisance respiratoire. Le bilan radiologique analyse les courbures de face et surtout de profil (puisque le déséquilibre sagittal est péjoratif) et leur réductibilité. Les explorations endocanalaies (saccoradiculographie, imagerie par résonance magnétique) sont indiquées s'il y a radiculalgie. Le traitement conservateur associant rééducation et port du corset est souvent la meilleure solution chez des patients âgés. La chirurgie apparentée à celle de l'adolescent chez l'adulte jeune devient plus complexe (souvent en double temps) chez le sujet d'âge mûr. Chez les patients les plus âgés, il faut revenir à des gestes plus simples, notamment de libération localisée si les signes prédominants sont neurologiques.

Jean-Marc Vital : Professeur des Universités, praticien hospitalier.

Jean-Pierre Claverie : Praticien hospitalier.

François Diard : Professeur des Universités, praticien hospitalier, service de radiologie, hôpital Tripode, 33076 Bordeaux cedex, France.

Unité de pathologie rachidienne, hôpital Tripode, 33076 Bordeaux, France.

Bernard Biot : Chef de Service, Médecine Physique et Réadaptation, centre des Massues, 92, rue E. Locard, 69005 Lyon, France.

François Vadier : Chirurgien orthopédiste, centre aquitain du Dos, clinique St Martin, allée des Tulipes, 33608 Pessac cedex, France.

## Définition et délimitation du sujet

Dans le titre de cet article, il y a trois termes à définir :

- *scoliose* : la scoliose est structurale car elle s'accompagne d'une rotation vertébrale ne disparaissant pas totalement en position allongée ; ce n'est pas une attitude scoliotique ;

- *idiopathique* : elle est idiopathique, on devrait dire plutôt primitive, car elle n'est pas secondaire à une malformation congénitale, à un défaut neuromusculaire grave ou à une affection réputée pour se compliquer de trouble statique, comme la maladie de Marfan ou la neurofibromatose par exemple. Cette scoliose qu'on peut qualifier « de développement » est connue dès l'enfance, et s'aggrave pendant la croissance ; le qualificatif « idiopathique » qui étymologiquement signifie maladie propre, sans cause déterminée, est discutable car il existe des arguments principalement génétiques et neurologiques de plus en plus précis, que nous ne reprenons pas ici, pour expliquer l'apparition de ce type de déformation.

À côté de ces scolioses idiopathiques qui vont avoir leur propre évolution à l'âge adulte, on doit décrire des scolioses dégénératives (ou arthrogéniques ou encore arthrosiques) qui, dans les cas typiques, n'apparaissent qu'après la fin de la croissance, rarement avant 45-50 ans ; si on a la chance de pouvoir contrôler sur un cliché initial et ancien l'absence de toute rotation vertébrale en région lombaire, on parle de scoliose « de novo ». Robin<sup>[69]</sup> estime que cette situation très particulière ne s'observe que dans 10 % des cas.

En réalité, la dégénérescence discale et articulaire qui crée de toute pièce la scoliose dégénérative, va toucher le sujet porteur de scoliose idiopathique, pour donner des lésions intermédiaires et communes. Nous essayons de dissocier dans chaque chapitre (anatomopathologie-évolutive, signes cliniques, paracliniques et traitement) ces deux types de scoliose, idiopathique et dégénérative, en sachant qu'il existe beaucoup de formes intermédiaires ;

- *adulte* : on est adulte quand on a atteint la maturité osseuse. Cette dernière survient à la fin de la croissance et de l'adolescence quand les tests cliniques de Tanner sont cotés à 5, quand le test radiologique de Risser est lui aussi coté à 5, avec fusion du noyau épiphysaire avec le noyau primitif de l'aile iliaque. De façon un peu simplifiée, on peut séparer cette tranche de vie en quatre phases, les trois premières étant déjà décrites par Guillaumat<sup>[33]</sup> :

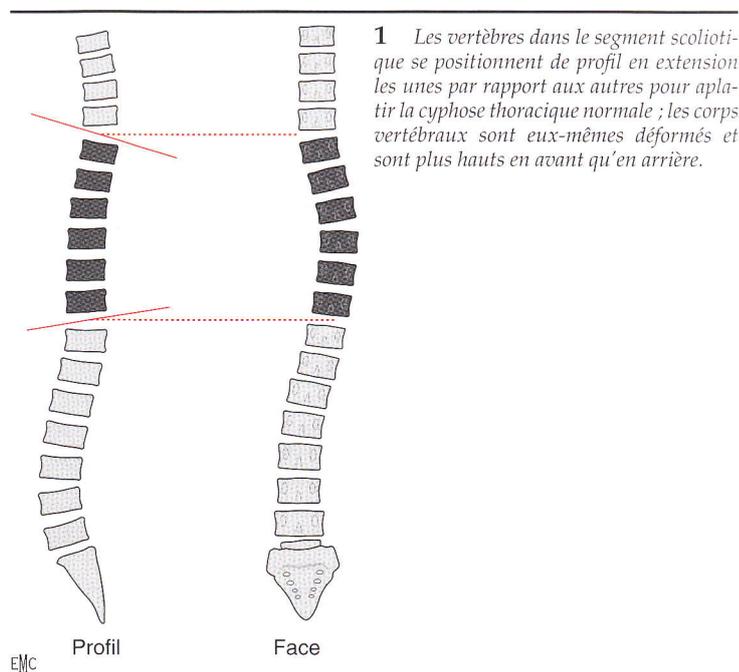
- adulte jeune de 20 à 30 ans, la scoliose posant à cet âge à peu près les mêmes problèmes que pendant l'adolescence ;
- adulte vrai entre 30 et 50 ans conduisant à la ménopause chez la femme ;
- adulte mûr des plus de 50 ans où les lésions arthrosiques s'expriment totalement ;
- grand adulte après 70 ans, catégorie qui émerge depuis peu, avec l'augmentation de la longévité d'une part, et la demande médicale qui va croissant pour des problèmes fonctionnels maintenant mal acceptés par des patients âgés très demandeurs.

## Généralités

### PRÉVALENCE

La prévalence des scolioses chez l'adulte est très discutée. Dans l'article déjà ancien de Vanderpool<sup>[82]</sup>, elle est estimée à 6 % chez les sujets de plus de 50 ans. Cette prévalence augmente avec l'âge, et atteint 10 % à 65 ans ; les scolioses idiopathiques diminuent en pourcentage et surtout en gravité, grâce au dépistage et au traitement précoce pendant la croissance, tandis que les scolioses dégénératives augmentent nettement du fait du vieillissement de la population, d'une plus grande exigence de qualité de vie demandée par les patients, et d'une meilleure prise en charge rendue possible par les progrès thérapeutiques.

Des études sur clichés d'urographie intraveineuse avec recherche systématique de scoliose radiologique, sans retentissement clinique obligatoire, retrouvent entre 1,4 et 9 % de déformations scoliotiques<sup>[10]</sup>.



**1** Les vertèbres dans le segment scoliotique se positionnent de profil en extension les unes par rapport aux autres pour aplatir la cyphose thoracique normale ; les corps vertébraux sont eux-mêmes déformés et sont plus hauts en avant qu'en arrière.

### SEX-RATIO

Si on estime que la scoliose idiopathique touche huit femmes pour deux hommes, les scolioses dégénératives ne touchent que deux femmes pour un homme. L'une des séries les plus anciennes de scolioses dégénératives de Pritchett<sup>[68]</sup> reconnaît une proportion de 72 % de femmes ; il est vraisemblable que dans cette série ont été analysées des scolioses idiopathiques s'aggravant à l'âge adulte.

La prépondérance féminine dans les scolioses dégénératives s'explique par la différence de vieillissement du rachis chez la femme et chez l'homme, et souligne l'intérêt du traitement des conséquences osseuses de la ménopause.

### ANATOMOPATHOLOGIE OSTÉOARTICULAIRE

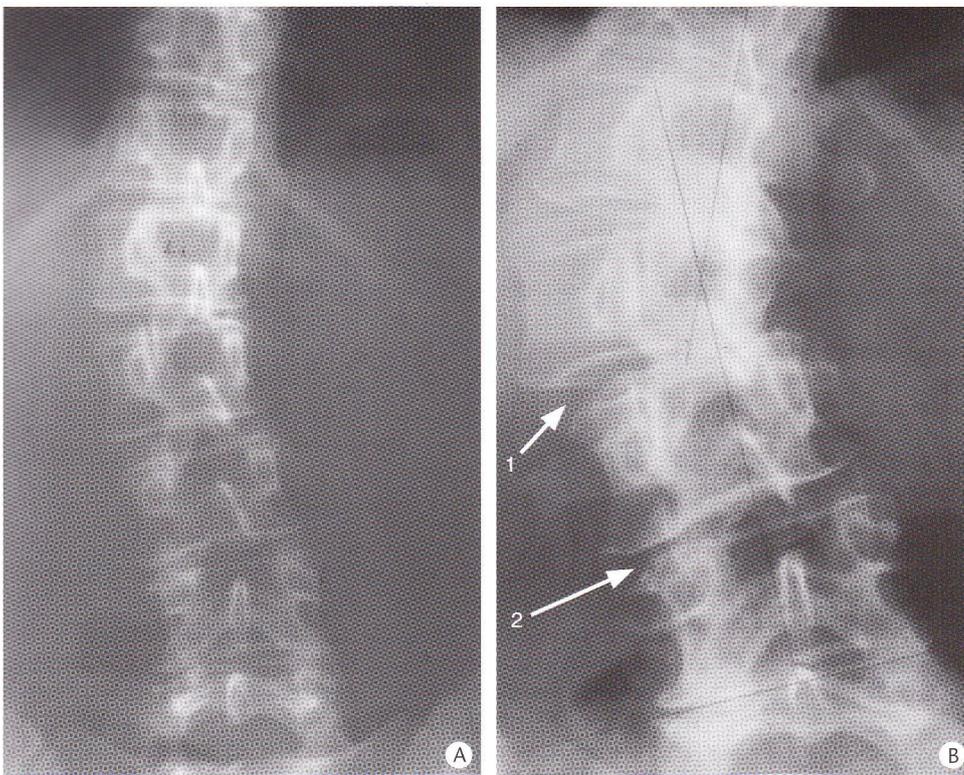
#### ■ Scoliose idiopathique

La déformation tridimensionnelle est faite au sein d'une courbure donnée, dans le plan horizontal, d'une rotation maximale au niveau de la vertèbre sommet, dans le plan coronal, d'une inclinaison autour de la vertèbre sommet horizontale (les vertèbres limites étant les plus inclinées), enfin, dans le plan sagittal, d'un aplatissement des courbures physiologiques (hypocyphose en région thoracique, hypolordose en région lombaire) ; l'ensemble réalise une véritable torsion, chaque vertèbre d'un segment scoliotique donné se positionnant en extension par rapport aux vertèbres voisines (fig 1).

En réalité, ce sont les zones jonctionnelles, aux limites des courbures scoliotiques, qui ont leur importance dans le vieillissement ; ces nœuds de jonction encadrent des vertèbres neutres, au-dessus et au-dessous desquelles se situent les contre-courbures qui sont, soit structurales si les vertèbres qui les constituent présentent une rotation inverse, soit fonctionnelles si les vertèbres ne présentent pas de rotation.

À l'âge adulte, surtout après 50 ans, le processus dégénératif touche autant les courbures principales que les contre-courbures, avec peut-être plus de conséquences sur la contre-courbure lombosacrée.

Au niveau de la courbure principale, du fait de l'insuffisance discale qui est autant de nature mécanique que chimique (avec notamment altération des glycosaminoglycans), la rotation, avec parfois des formes pseudoexpulsives au sommet lombaire, et l'inclinaison, vont s'aggraver. Au stade ultime, les apophyses articulaires vont évoluer avec une arthrose postéroconcave, réalisant de véritables ponts osseux ou syndesmophytes. Des microcalcifications discales occupent la partie convexe des disques ; l'ensemble conduit à un enraidissement.



2 Évolution naturelle d'une scoliose idiopathique ; 10 ans séparent les clichés A et B. On note sur la figure 2B la dislocation fermée en L3 L4 (2), et la dislocation ouverte en L2 L3 (1).

Au niveau de la zone jonctionnelle, qui se situe le plus souvent en région lombaire moyenne, les disques mobiles et inclinés vont être touchés par le phénomène de dislocation, différente selon qu'elle se situe au-dessus ou au-dessous de la vertèbre limite inférieure [79]. Au-dessus de la vertèbre limite, la dislocation est dite « ouverte » car le disque est plus ouvert du côté de la convexité de la scoliose ; ce disque est très altéré contrairement aux articulaires postérieures, et la rotation des vertèbres encadrant cette dislocation est importante. Au-dessous de la vertèbre limite, la dislocation est « fermée » car l'espace discal est fermé du côté convexe ; les facettes articulaires sont plus touchées et plus arthrosiques, notamment du côté de la fermeture ; la rotation est faible (fig 2).

Il peut exister une translation importante, véritable spondylolisthésis latéral. Le spondylolisthésis dégénératif dans le plan sagittal peut aussi être associé à la discopathie fermée. La vertèbre L3 est très exposée à ce phénomène pour des raisons de topographie de contre-courbure, mais aussi parce que cette vertèbre est moins bien maintenue au bassin que les vertèbres L4 et surtout L5, amarrées par le ligament iliolumbaire.

### ■ Scoliose dégénérative

Seule la région lombaire ou thoracolombaire est touchée. Dans la série de Pritchett [68] concernant 200 patients, les vertèbres limites sont le plus souvent T12 et L5, les vertèbres sommet L2 ou L3. L'angle de Cobb ne dépasse pas 60° et a une valeur moyenne de 24°. Le spondylolisthésis dégénératif s'observe dans 111 cas, soit plus de la moitié des cas. La lordose lombaire moyenne est de 18°, ce qui est faible, mais la lordose lombaire diminue normalement avec l'âge du fait des pincements discaux. Les lésions dégénératives touchent comme toujours les éléments du segment mobile de Junghanns (disques et massifs articulaires), alors que les corps vertébraux sont non déformés, contrairement aux scolioses idiopathiques s'aggravant à l'âge adulte.

Dans la scoliose de novo, les disques L2 L3 et L3 L4 sont touchés en premier de façon asymétrique, et constituent le point de départ de la déformation. Le soubassement L4 L5 devient asymétrique du fait des contraintes, et s'enraidit.

Si l'inclinaison latérale n'est pas compensée par une vraie courbure lombaire sus-jacente, une déformation en « héli-chandelier ou en candélabre » survient, avec déséquilibre vers l'avant et le côté très invalidant pour le patient (cf figure 5).

### Tableau I. – Critères anatomopathologiques de la vraie scoliose dégénérative lombaire.

- Vertèbres limites T12 et L5
- Faible rotation, faible angulation
- Hypertrophie articulaire importante avec spondylolisthésis dégénératif
- Atteinte dégénérative étagée des disques apicaux
- Compressions neurologiques fréquentes

Une autre forme anatomopathologique est la forme destructrice, avec atteintes discales étagées s'étalant sur quelques années : il s'agit de discopathies rapidement destructrices qui sont cyphosantes, et peuvent se compliquer de scoliose. Enfin, deux formes cliniques sont peut-être à rapprocher des scolioses idiopathiques : la forme pseudomalformative avec une vertèbre L5 cunéiforme et contre-courbure lombaire sus-jacente, et la forme combinée lombaire et thoracolombaire de sens opposés.

En fait, si on veut caractériser sur le plan anatomopathologique la vraie scoliose dégénérative, on retient comme critères :

- des vertèbres limites T12 et L5 ;
- une faible rotation ;
- une faible angulation ;
- une hypertrophie articulaire importante avec spondylolisthésis dégénératif souvent associé ;
- l'atteinte dégénérative étagée des disques apicaux ;
- des compressions neurologiques fréquentes (tableau I).

Pour terminer ce chapitre ostéoarticulaire, évoquons le problème de l'ostéoporose associée ; pour certains, la masse osseuse serait inférieure à la normale chez les scoliotiques, et l'ostéoporose serait un facteur aggravant de la scoliose avec des nécroses corporales sous-chondrales qui viendraient aggraver la déformation. Néanmoins, pour Robin [69], il n'y a pas, sur un lot de 554 sujets suivis, de lien entre le degré d'ostéoporose et la présence de scoliose ni l'aggravation de cette dernière.

### VIEILLISSEMENT MUSCULAIRE

Il est indispensable de rappeler ici que le vieillissement entraîne une involution musculaire avec diminution de la trophicité musculaire amyotrophie admettant plusieurs facteurs intriqués : déficit

hormonal (avec le travail de Phillips<sup>[64]</sup> qui a démontré que grâce à une substitution hormonale la perte musculaire des extenseurs du rachis était freinée), dénutrition, sous-utilisation du fait des lésions arthrosiques, troubles de l'équilibre. D'autres hypothèses neurologiques périphériques (par atteintes des rameaux postérieurs), voire artérielles (par athéromatose diffuses) ont été soulevées pour expliquer cette dégénérescence lombaire.

D'après Serratrice<sup>[72]</sup>, la force musculaire diminue de 2 % chaque année après 65 ans, l'endurance restant stable car les fibres lentes sont peu altérées.

Si l'on s'intéresse aux muscles essentiellement périrachidiens, on sait que les muscles paravertébraux lombaires qui ont une fonction d'extension peuvent subir une dégénérescence graisseuse touchant surtout le multifidus au contact des arcs postérieurs ; cette dégénérescence graisseuse bien étudiée en tomodynamométrie (TDM) ou en imagerie par résonance magnétique (IRM) est plus ou moins étendue dans le plan axial (selon trois stades de Hadar<sup>[34]</sup>), et plus ou moins étendue en hauteur. Dans les cyphoses arthrogéniques, où la déformation scoliotique n'existe pas mais où le déséquilibre antérieur est sévère, la fibroadipose remonte jusqu'en région thoracique. Dans les scolioses, les muscles convexes sont les plus atteints, et n'assurent plus leur fonction de réajustement rachidien.

L'histologie et l'histoenzymologie ont permis d'affirmer l'analyse de la dégénérescence musculaire notamment dans la pathologie dégénérative, sans qu'elle soit compliquée de scoliose ; il existe ainsi chez des sujets jeunes mais lombalgiques chroniques une diminution et une atrophie des fibres 2 rapides ; il est observé des lésions de type *ragged red fibers* (cellules en « haillons ») ou *core targetoid* (cellules cibles) comme dans les myopathies avec altération de fonctionnement mitochondrial.

Par ailleurs, cette insuffisance des extenseurs contraste avec une intégrité prolongée des psoas qui sont plutôt rétractés et est associée à une insuffisance des muscles grands fessiers qui ont pu être testés en isocinétisme à 60°/s. Dix patients touchés par une cyphose arthrogénique ont été testés dans l'unité de pathologie rachidienne, avec étude des rapports fléchisseurs du tronc/extenseurs, psoas/grand fessier, ischiojambiers/quadriceps, et comparés à des sujets normaux de 30 ans d'âge moyen ; il n'y a pas de différence pour le dernier rapport, mais en revanche les rapports fléchisseurs du tronc/extenseurs et psoas/grand fessier sont sensiblement augmentés par déficience des extenseurs et du grand fessier. Il est enfin des cas de scoliose sévère, où il existe une asymétrie des psoas bien visible au scanner ou en IRM.

### VIEILLISSEMENT NEUROLOGIQUE

Posture et équilibre sont maintenus grâce à des effecteurs musculaires recevant des informations des centres neurologiques (noyaux de la base, tronc cérébral, cervelet et hémisphères cérébraux), eux-mêmes renseignés par des afférences périphériques proprioceptives, extéroceptives, labyrinthiques et visuelles.

D'après Hurley<sup>[40]</sup>, le vieillissement va altérer tous ces éléments du contrôle postural, qu'il s'agisse du contrôle central, des effecteurs moteurs ou des afférences périphériques. Au niveau du système périphérique, sans qu'il n'y ait forcément polynévrite, il y a diminution de la sensibilité vibratoire et diminution des vitesses de conduction nerveuse ; concernant la vision, il y a diminution de la perception visuelle des oscillations spontanées du corps par rapport à l'environnement.

Des affections neurologiques comme les polyneuropathies ou la maladie de Parkinson peuvent aggraver la situation, au même titre qu'un état dépressif sévère.

### ÉQUILIBRE SAGITTAL

Ce chapitre peut paraître artificiellement isolé mais il constitue un des aspects anatomopathologiques essentiels dans la compréhension des doléances du patient et dans l'application d'un traitement efficace.

Cet équilibre sagittal s'apprécie en position debout au garde-à-vous, les mains posées à hauteur du pubis sur un dossier de chaise ou tenant un bâton, coudes fléchis ; il s'agit d'une position spécifique du bipède qui requiert une lordose lombaire suffisante, un bassin (et donc un sacrum) bien orienté, ni en antéversion ni surtout en rétroversion excessives, avec des genoux et des hanches en extension : l'équilibre sagittal idéal est ici décrit. Très peu de muscles sont actifs pour maintenir cette position qui a été bien étudiée par Duval Beaupère<sup>[25]</sup> en utilisant notamment le barycentromètre : le centre de gravité du tronc mesuré sur 100 volontaires normaux se situe légèrement en avant du corps de T9 ; l'axe de gravité abaissé à partir de ce centre tombe légèrement en arrière des têtes fémorales.

De nombreuses mesures radiologiques sont possibles pour positionner la colonne vertébrale, le bassin, véritable vertèbre pelvienne, et les membres inférieurs : elles sont décrites dans le paragraphe sur les examens complémentaires (cf infra).

### ■ Équilibre sagittal et vieillissement

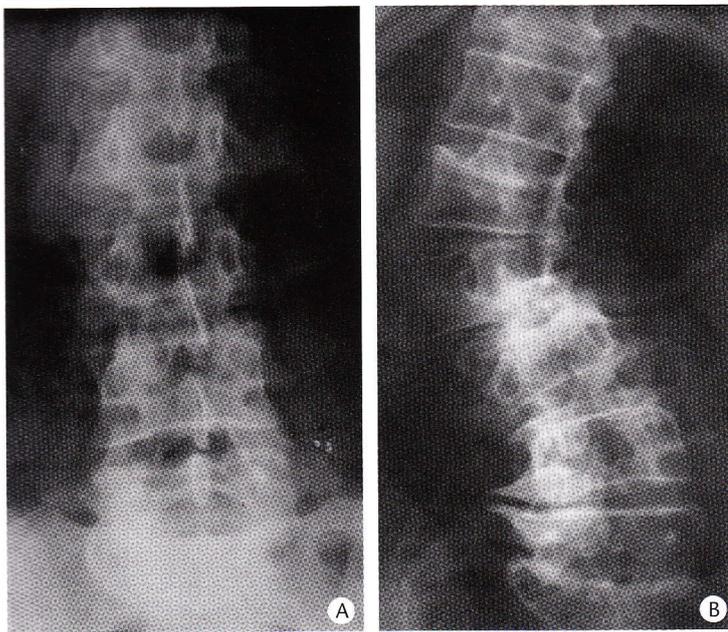
Depuis les travaux de Milne<sup>[58]</sup>, Gelb<sup>[31]</sup> et Itoi<sup>[43]</sup>, il est établi que le vieillissement entraîne une perte de lordose lombaire ; le pincement discal entraîne une perte de lordose puisque le disque L5 S1, assure en moyenne une lordose de 15°, le disque L4 L5 une lordose de 12° et chaque disque sus-jacent une lordose de 10° ; l'hypertrophie progressive des articulaires et des épineuses entraîne un effet d'encombrement postérieur qui diminue les possibilités de redressement. L'hypo-utilisation des muscles extenseurs, l'excès d'étirement prolongé dans le cadre professionnel, comme chez les paysans travaillant penchés en avant dans les rizières<sup>[78]</sup>, conduisent à la cyphose arthrogénique, caricature de ce vieillissement naturel.

Les tassements ostéoporotiques, toujours cyphosants notamment en thoracique, vont aggraver le déport du tronc en avant. Pour maintenir un équilibre correct, c'est-à-dire schématiquement un centre de gravité de la tête (qui se projette à proximité des conduits auditifs externes) à l'aplomb des têtes du fémur, la première solution consiste à rétroverser le bassin pour faire avancer les têtes de fémur au-dessous du centre de gravité de la tête déportée vers l'avant. La rétroversion maximale est atteinte avec l'hyperextension maximale des hanches. Une coxarthrose débutante vient aggraver la situation, en limitant l'extension de hanche. Le patient peut gagner un peu plus pour se rééquilibrer en fléchissant les genoux, situation fatigante et inconfortable : on est au stade d'un équilibre sagittal compensé par une rétroversion du bassin, associée ou non à une flexion des genoux. Si le déséquilibre antérieur se poursuit, le sujet n'a pas d'autre solution que d'utiliser une canne ; cette solution de rattrapage illustre bien l'énigme du sphinx expliquant que l'homme est bien l'animal qui a quatre pattes le matin (avant l'acquisition de la marche), deux à midi et trois le soir.

### ■ Équilibre sagittal et scoliose

Tout dans l'évolution des courbures principales et des contre-courbures idiopathiques a tendance à déséquilibrer le scoliotique vers l'avant.

Au niveau des courbures principales, nous l'avons dit, le processus de torsion scoliotique aplatit la lordose lombaire et la cyphose thoracique. Au niveau des contre-courbures, le changement du sens de rotation entraîne une cyphose jonctionnelle. Le processus dégénératif va soit isolément, soit en surimpression sur le processus idiopathique, aggraver le déséquilibre antérieur. Les muscles extenseurs convexes n'ont pas la puissance pour corriger le déséquilibre ; les grands fessiers, sous-utilisés du fait de la rétroversion compensatrice, vont s'atrophier tandis que les rétractions des muscles sous-pelviens, en particulier les ischiojambiers, fixent l'hyperextension de hanche et le fessum des genoux. Si, comme souvent se surajoute au déséquilibre antérieur, un déséquilibre latéral, l'effondrement antérolatéral du tronc devient pour le patient un handicap extrêmement sévère, et pour le thérapeute une déformation difficile à corriger.



3 Évolution naturelle d'une scoliose de novo ; 15 ans séparent les clichés A et B. Il est très difficile, si on ne possède pas de cliché initial en fin de croissance, de distinguer les scolioses dégénératives des scolioses idiopathiques aggravées par l'arthrose.

### ÉVOLUTION NATURELLE DES SCOLIOSES DE L'ADULTE (fig 2, 3)

Elle n'est appréciée que grâce à un suivi régulier tous les 5 ans jusqu'à l'apparition des premiers signes de modification radiologique, à partir desquels on peut encore raccourcir les délais entre les consultations (3-4 ans). La surveillance peut devenir annuelle si des problèmes cliniques surviennent, ou dans le cas de scoliose dégénérative vraie. Guillaumat<sup>[33]</sup> a beaucoup insisté sur la difficulté de ce suivi à long terme, seule solution pour établir un profil évolutif réel. D'une façon générale, que la scoliose soit idiopathique ou dégénérative, on peut dire que la période d'adulte jeune et d'adulte vrai entre 20 et 45-50 ans correspond presque à l'âge heureux décrit chez l'enfant avant la poussée pubertaire, caractérisé par une certaine stabilité. Il existe en revanche un pic préménopausique et ménopausique, et un autre pic postménopausique vers 55-60 ans, où tous les phénomènes de lésions discales et arthrosiques touchant presque plus les contre-courbures que les courbures principales s'accroissent. La pente P3 de la courbe d'évolutivité de Duval Beupère reste à peu près horizontale jusqu'à la ménopause, puis survient une pente d'aggravation que l'on pourrait intituler P4 jusqu'à l'âge de grand adulte. Il semble que ni les grossesses, ni l'allaitement comme certains ont pu le dire, ne soient des facteurs aggravants de la scoliose<sup>[8, 18]</sup>.

De nombreuses publications ont cherché à déterminer, sur des études longitudinales, l'augmentation de l'angle de Cobb en degrés/an, et les facteurs d'aggravation. Pour la scoliose idiopathique, le travail de Duriez<sup>[24]</sup> qui fait référence, fait état d'une prise angulaire de 1,8°/an en lombaire, 1,4°/an en thoracolombaire, 1,2°/an en thoracique et 0,8°/an pour les courbures combinées qui sont les plus stables. L'aggravation touche 60 % des scolioses, surtout si l'angle en fin de croissance est supérieur à 30° et la rotation au sommet supérieure à 25 %.

Le travail de Weinstein et Ponseti<sup>[88]</sup> s'intéresse à des scolioses idiopathiques avec un recul de 40 ans. Il y a 68 % d'aggravation, même pour des angles de Cobb inférieurs à 30° en lombaire. En région thoracique, l'aggravation survient surtout pour un angle de Cobb entre 50 et 70° au rythme de 1 degré par an. En thoracolombaire, l'aggravation est de 0,5°/an, et en lombaire de 16° en moyenne sur 40 ans soit 0,24°/an, valeur plus faible que celle annoncée par les auteurs francophones.

Les facteurs d'aggravation sont l'angle de Metha supérieur à 30° et une vertèbre L5 peu encastrée dans le bassin. Notre opinion

concernant ce travail est que l'indice de Metha a surtout une valeur prédictive pour les scolioses infantiles, et que les chiffres d'aggravation en lombaire sont ici plutôt faibles par rapport à ce qui a été décrit pour les scolioses lombaires de plus de 30° en fin de croissance.

Concernant les scolioses plutôt dégénératives, Pritchett<sup>[68]</sup> décrit dans sa série une prise angulaire de 3°/an dans 73 % des cas. Les facteurs péjoratifs sont la rotation à trois croix selon la méthode de Cobb, l'angle supérieur à 30°, une vertèbre L5 non encastrée et une translation latérale de plus de 6 mm.

Korovessis<sup>[49]</sup> plus récemment, sur 91 patients présentant une scoliose lombaire de plus de 10° suivie sur 2 ans, rappelle les critères d'aggravation précédemment cités, et en retient trois supplémentaires :

- la translation mesurée sur les faces latérales des corps au niveau des dislocations ;
- l'index discal de Weinstein et Ponseti<sup>[88]</sup> qui tient compte de la différence entre la somme des hauteurs des disques du côté convexe et la somme des hauteurs des disques du côté concave ;
- l'index de Harrington qui tient compte du nombre de vertèbres incluses dans la courbure scoliotique ; plus il est grand (quand il y a peu de vertèbres incluses dans la courbure), plus il est péjoratif.

Finalement, Korovessis propose une formule mathématique faisant intervenir les différents paramètres décrits pour une aggravation angulaire moyenne de  $0,85^\circ \pm 3,76^\circ$ .

Il existe des facteurs péjoratifs incontestables comme le déséquilibre latéral du tronc, déjà cité, la perte voire l'inversion de la lordose lombaire, l'inclinaison de la vertèbre limite inférieure, qui détermine un véritable coefficient de cisaillement. Tous ces critères restent essentiellement radiologiques ; il manque des critères appréciant la résistance des tissus mous, muscles notamment ou ligaments avec description d'un véritable « lâchage du collagène », ainsi que des critères d'évaluation du système nerveux qui peut contrôler le déséquilibre.

### Signes cliniques

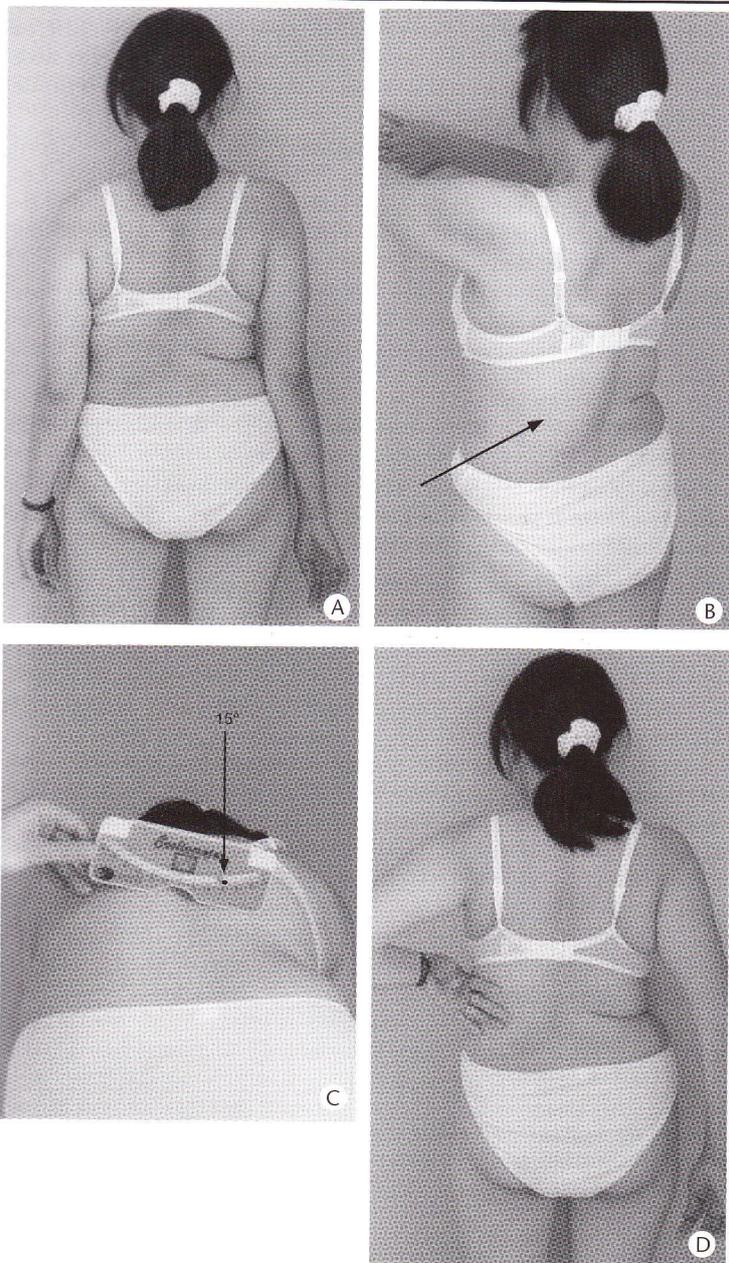
Il s'agit de signes motivant la consultation, parfois en rapport avec une complication principalement neurologique ou plus rarement respiratoire.

### DÉFORMATION : SON RETENTISSEMENT ESTHÉTIQUE ET PSYCHOLOGIQUE (fig 4, 5)

Au niveau thoracique, la scoliose idiopathique va entraîner une gibbosité costale arrondie ou plus angulaire, par soulèvement des côtes du fait de la rotation vertébrale. Il existe un creux thoracique concave quand la torsion est très marquée, et une bosse convexe. Cette gibbosité se mesure sur le patient penché en avant : à partir d'une horizontale tracée au sommet de la gibbosité convexe, on mesure en centimètres la distance entre cette horizontale et la limite cutanée de la concavité. L'utilisation du scoliomètre de Bunnell<sup>[13]</sup> permet, grâce à un système de niveau à eau, de mesurer en degrés cette gibbosité ; cet appareil qui servait initialement pour le dépistage permet des mesures plus reproductibles, et devient un outil indispensable de surveillance de traitement orthopédique ou chirurgical. Dans le cadre du traitement orthopédique, on peut observer en effet dans les cas favorables une amélioration des angles de scoliométrie, alors que l'angle radiologique de Cobb reste peu changé.

Il existe des moyens de reconnaissance de forme assistés par ordinateur qui donnent des renseignements beaucoup plus précis sur la forme du thorax<sup>[47]</sup>.

Au niveau lombaire, la gibbosité qui n'est plus costale mais transversaire est en général moins marquée, et devient un bourrelet qui en lui-même est peu inesthétique. En revanche, l'asymétrie des triangles de la taille avec aplatissement du côté convexe et parfois



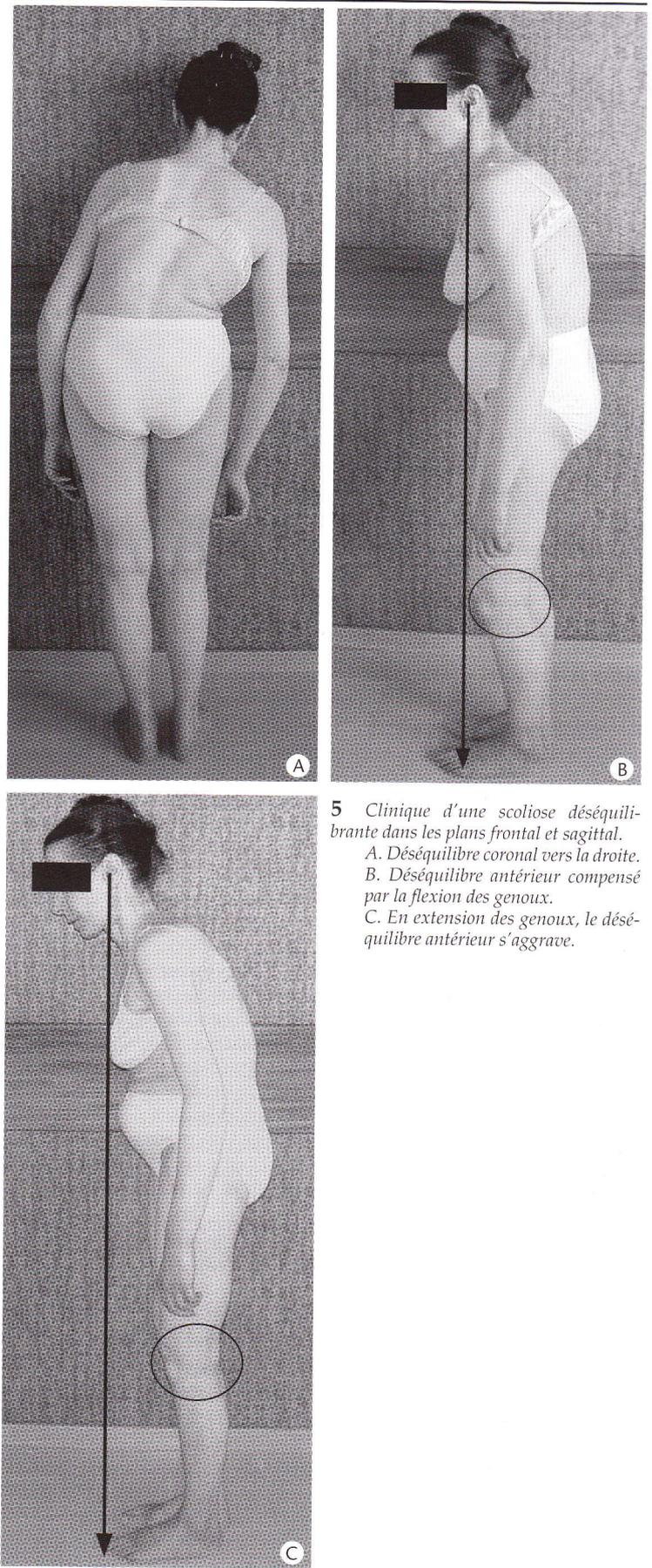
4 Clinique de la scoliose thoracolombaire gauche dont les clichés radiographiques sont montrés figure 2.

- A. De dos, on note l'asymétrie des triangles de la taille.  
 B. De trois quarts, on observe le bourrelet lombaire gauche (flèche).  
 C. Le scoliomètre permet d'évaluer ce bourrelet lombaire à 15°.  
 D. La zone douloureuse est principalement convexe chez cette patiente.

véritable « coup de hache » concave observé dans les scolioses lombaires, est déséquilibrant et inesthétique entraînant assez vite des soucis vestimentaires.

Le déséquilibre coronal se mesure avec un fil à plomb appliqué sur l'occiput : on mesure la distance entre le fil et le pli fessier [57]. Les grandes cyphoses entraînent une plicature du tronc bien visible de face : il existe un pli sous-costal pour les cyphoses thoracolombaires, un pli ombilical pour les cyphoses lombaires. Les grands déséquilibres antérolatéraux sont certes inesthétiques, mais ont surtout un retentissement fonctionnel sur lequel nous reviendrons.

Nous rapprochons enfin de ce chapitre le phénomène de perte de taille qui existe bien sûr du fait du vieillissement naturel par perte de hauteur discale, mais qui peut par véritable télescopage axial entraîner, dans les scolioses idiopathiques graves, une perte de hauteur de 1,5 cm par décade après 40 ans. Les côtes basses du côté convexe viennent appuyer sur l'aile iliaque au prix parfois d'un syndrome douloureux ; elles coiffent cette aile iliaque pour parfois pénétrer dans le petit bassin, et donner au patient l'impression d'une



5 Clinique d'une scoliose déséquilibrante dans les plans frontal et sagittal.  
 A. Déséquilibre coronal vers la droite.  
 B. Déséquilibre antérieur compensé par la flexion des genoux.  
 C. En extension des genoux, le déséquilibre antérieur s'aggrave.

« hanche qui sort ». Finalement, le motif de consultation pour problème esthétique pur est assez rare ; il concerne plutôt les scolioses idiopathiques, et touche très souvent la femme de la quarantaine qui, ayant réglé les problèmes d'éducation de ses

enfants ou ayant suffisamment avancé dans sa carrière professionnelle, perçoit de façon plus aiguë le caractère déformant de sa scoliose, et ce d'autant qu'apparaissent les premiers signes de vieillissement.

Payne<sup>[61]</sup> a étudié le retentissement psychologique de la scoliose chez 685 adolescents. Il a noté 40 % d'enfants ayant des idées suicidaires, une consommation d'alcool au-dessus de la normale, l'aveu fréquent d'avoir des relations plus difficiles avec les autres, et une mauvaise image de soi. Une telle étude n'a pas encore été réalisée chez les scoliotiques adultes<sup>[15]</sup>.

En revanche, Danielsson<sup>[17, 18]</sup> a étudié le statut marital, le nombre de grossesses et l'activité sexuelle chez 145 scoliotiques opérées ou traitées par corset il y a plus de 20 ans. Cette population de scolioses graves a été comparée à une population de contrôle appariée non scoliotique ; contrairement à une étude ancienne de Nachemson<sup>[60]</sup> analysant peut-être des scolioses plus graves, il y a 85 % de mariées chez les scoliotiques contre 82 % chez les non-scoliotiques ; le nombre moyen d'enfants est le même dans les deux groupes (un peu moins de deux enfants) ; seule l'activité sexuelle est dite réduite, surtout pour des raisons de rachialgies chez les scoliotiques opérées (33 % de la population analysée), un peu moins chez les scoliotiques traitées orthopédiquement (28 %), et moins encore dans le groupe contrôle (15 %).

### RACHIALGIES

Elles peuvent toucher tous les segments rachidiens cervical, thoracique et lombaire, mais elles sont nettement prédominantes en lombaire. La prévalence des lombalgies chez les scoliotiques est discutée, peut-être par défaut de précision sur la gravité de la lombalgie (stade A : lombalgie modérée sans incidence fonctionnelle, stade B : lombalgie entraînant une cessation d'activité, stade C : lombalgie entraînant une incapacité sévère). Pour Nachemson<sup>[60]</sup>, sur 100 scoliotiques adultes il y a 40 % de lombalgiques, donc pas plus que chez des sujets non scoliotiques. Pour Picault<sup>[65]</sup>, 50 % des scolioses thoraciques de plus de 100° entraînent des rachialgies, et notamment des lombalgies. Kostuik<sup>[50]</sup>, sur 5 000 urographies intraveineuses, retrouve 2,9 % de scolioses : parmi ces scoliotiques, 59 % avouent souffrir de lombalgies. Pour cet auteur, la douleur augmente avec l'angle de Cobb et l'arthrose articulaire postérieure. Jackson<sup>[44]</sup> compare 197 scolioses idiopathiques et 180 sujets du même âge non déformés : il note 83 % de lombalgies chez les scoliotiques, et 64 % chez les non-scoliotiques ; les douleurs augmentent avec l'angle de la scoliose, l'âge ; les courbures sont surtout lombaires, et la douleur concave (discale, articulaire postérieure ou neurologique).

D'autres études ont consisté à dépister les scolioses sur un lot de lombalgiques chroniques. Ainsi, Perennou<sup>[63]</sup> a suivi de façon prospective, pendant 8 mois, 671 patients lombalgiques d'âge moyen 62 ans ; dans ce lot, il était noté 50 scolioses de plus de 10° (7,5 %). Les scolioses de plus de 30° ne touchent que 1 % de cette population de lombalgiques, et ne représentent que 16 % de l'ensemble des scolioses retrouvées. Parmi les 50 scolioses de plus de 10°, il n'y en a que sept (14 %) typiquement idiopathiques. Perennou estime à 2 % la fréquence des scolioses chez les lombalgiques avant 45 ans, et à 15 % après 60 ans. Pour ce même auteur, la présence de dislocations augmente la fréquence des lombalgies.

À propos des facteurs de lombalgie et donc indirectement de leurs causes, pour Jackson<sup>[45]</sup>, le degré de lombalgie est corrélé à l'angle de Cobb, à l'indice de Harrington (plus il est grand, donc plus la courbure est courte, plus la lombalgie est marquée).

La rotation apicale marquée est plus lombalgisante que les dislocations. Sur le plan physiopathologique, la douleur convexe est plutôt en rapport avec des phénomènes de traction, la douleur concave en rapport avec des phénomènes de compression. Les phénomènes de traction-distorsion touchent les contre-courbures. Winter<sup>[91]</sup> décrit de façon très schématique la topographie des rachialgies et leur mécanisme chez les adultes scoliotiques. Il rappelle tout d'abord, et nous l'avons vu, que scoliose n'implique pas lombalgie. Une douleur thoracique droite dans la convexité est

plutôt en rapport avec un spasme musculaire ; cette douleur mécanique touche volontiers l'adulte jeune, augmente dans la journée, diminue au repos et correspond à une hyperactivité musculaire convexe.

Une douleur thoracique gauche dans la concavité touche le sujet plus âgé qui a parfois connu initialement la douleur convexe et vient d'être décrite. Il s'agit d'une douleur articulaire postérieure par compression, qui pourra s'améliorer si la fusion spontanée s'obtient.

Une douleur thoracique antérieure plutôt du côté concave peut correspondre à une compression foraminale intercostale.

Une douleur médiolombaire convexe (gauche le plus souvent) augmentée par les efforts physiques est plutôt d'origine musculaire.

Une douleur médiolombaire concave est plutôt d'origine articulaire postérieure, et touche le scoliotique de plus de 40 ans. De toutes les façons, toute douleur médiolombaire doit faire craindre une reprise évolutive.

La douleur lombosacrée est de cause précise la plus difficile à reconnaître ; il faut éliminer la douleur radiculaire sur laquelle nous revenons dans le chapitre suivant, et discuter d'une douleur d'origine musculaire, ligamentaire ou référée à point de départ articulaire postérieur.

Les cervicalgies sont fréquentes, et sont souvent en rapport avec un trouble statique touchant l'ensemble de la colonne vertébrale et donc le rachis cervical, qui se trouve souvent en hypolordose voire même en cyphose. Il peut exister des douleurs par tension des trapèzes et des douleurs parascapulaires, référées, à point de départ articulaire postérieur, augmentées à la pression directe et améliorées par une infiltration.

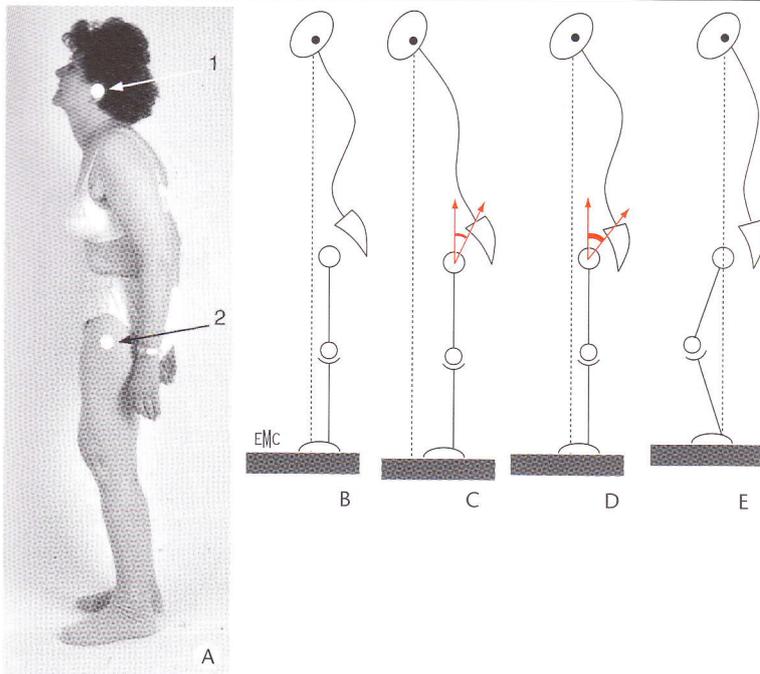
Les douleurs très diffuses peuvent avoir un caractère psychogène. Finalement, terminons ce paragraphe des rachialgies en rappelant qu'elles prédominent en région lombaire ; les lombalgies chroniques peuvent avoir une double origine, traction ou compression, ne sont pas beaucoup plus fréquentes que chez les non-scoliotiques, mais elles sont plus tenaces et difficiles à traiter. Enfin et surtout, comme dans la lombalgie chronique sans scoliose, il ne faut pas directement lier le symptôme douleur avec la lésion anatomique scoliotique ; il peut parfois paraître impressionnante ; l'analyse complète et soignée du type de douleur, de ses facteurs aggravants, de son contexte affectif, familial, professionnel, et l'utilisation de scores d'évaluation sur lesquels nous reviendrons, sont aussi importantes que dans le cadre des lombalgies chroniques isolées avant de prendre notamment une décision chirurgicale.

### TROUBLES FONCTIONNELS EN POSITION DEBOUT ET À LA MARCHÉ (fig 6)

Le déséquilibre antérieur avec hypolordose, parfois hypocyphose thoracique est pour Gelb<sup>[31]</sup> et Jackson<sup>[45]</sup> facteur d'aggravation des lombalgies et source de handicap ; les tentatives de rattrapage musculaire pour lutter contre le départ antérieur et souvent latéral associé sont gênantes et douloureuses. La rotation entre les ceintures est très pénalisante. La flexion des genoux rend la marche difficile ; il faut observer la marche du scoliotique, éventuellement la filmer pour reconnaître l'aggravation du déséquilibre antérieur à l'effort et les moyens de rattrapage utilisés spontanément par le patient (mouvement de balancier postérieur des membres supérieurs, utilisation d'un sac à dos, voire en dernier recours utilisation d'une canne du côté de la gîte frontale). En position debout, le sujet utilise quelques parades : appui des fesses ou appui des membres supérieurs sur une table.

### SIGNES DE COMPLICATIONS NEUROLOGIQUES

Ils s'expriment sous forme de radiculalgies beaucoup plus que sous forme de parapésie, puisque c'est la queue de cheval qui est concernée au niveau lombaire beaucoup plus que la moelle épinière. Ces complications sont très rares dans le cadre des scolioses idiopathiques et concernent le plus souvent, quand elles existent, la contre-courbure.



### 6 Équilibre sagittal de profil.

A. Pour aligner les conduits auditifs externes (1) au-dessus des têtes fémorales (2), cette scoliotique est obligée de mettre son cou en extension, ses genoux en flexion au-dessous de hanches, positionnées en hyperextension sous un bassin rétroversé ; les membres supérieurs sont en balancier vers l'arrière.

B. Équilibre sagittal normal.

C. L'hyperlordose lombaire, l'hypercyphose thoracique entraînent un déséquilibre vers l'avant.

D. Pour se rééquilibrer, le sujet doit rétroverser son bassin (augmentation de la version pelvienne, angle défini p 9).

E. Pour se rééquilibrer encore mieux, le sujet peut même fléchir les genoux.

En revanche, elles sont beaucoup plus fréquentes dans les scolioses dégénératives. Il faut alors dans ce cadre arthrosique ne pas se laisser abuser, et distinguer une cruralgie compressive d'une douleur coxofémorale, une sciatique d'une douleur sacro-iliaque. Pritchett<sup>[68]</sup> rappelle à ce sujet que, dans sa série de scoliose dégénérative, il y avait 20 % d'arthrose de hanche ou du genou. Les manœuvres cliniques pour reconnaître une douleur coxofémorale (notamment rotations interne et externe forcées) ou une douleur sacro-iliaque doivent être systématiquement pratiquées. Dans les cas les plus difficiles, un test d'infiltration dans la coxofémorale peut être réalisé. L'exploration électrique normale permet a priori d'éliminer une atteinte radiculaire.

Les radiculalgies sont présentes chez 10 à 15 % des scoliotiques adultes. Pritchett<sup>[68]</sup> annonce un chiffre supérieur, mais en réalité il fait état d'images pathologiques de compression radiculaire en sacroradiculographie, plus que de plaintes cliniques. Le mécanisme de compression est plus fréquent que celui de traction ; l'arthrose articulaire entraîne une hypertrophie qui devient secondairement compressive. Cette compression se fait dans le creux de la concavité principale, et encore plus souvent dans le creux de la concavité lombosacrée en L3 L4, L4 L5 où se situent les dislocations. La hernie discale peut exister mais elle est rare. La sténose peut être concentrique, du fait de la dislocation mais aussi de l'épaississement du ligament jaune : le tableau est alors celui d'une claudication radiculaire comme pour un canal lombaire étroit, avec une différence sémiologique décrite par Grubb<sup>[32]</sup> : le sujet n'est pas amélioré par la cyphose lombaire mais s'améliorerait par étirement sur les bras.

Dans la dislocation fermée, la compression se fait au niveau du récessus latéral concave mais aussi au niveau du foramen intervertébral, assez souvent en L5 S1, avec atteinte du ganglion spinal de la racine L5.

Dans la dislocation ouverte, la compression peut se faire du côté opposé à la dislocation, par l'articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente : il s'agit d'un mécanisme qui paraît moins fréquent, au même titre que l'étirement sous le pédicule du côté convexe décrit par Simmons<sup>[75]</sup>.

### COMPLICATIONS RESPIRATOIRES

Elles ne touchent que les scolioses idiopathiques graves thoraciques ou thoracolombaires, en créant un syndrome restrictif pur. Si la scoliose a un angle supérieur à 100° la capacité vitale va diminuer, la PaCO<sub>2</sub> augmenter, la PaO<sub>2</sub> diminuer et ce après 40 ans. D'après Picault<sup>[65]</sup>, il existe des modifications scintigraphiques avec

diminution des champs de ventilation et de la perfusion sanguine, mais les troubles cardiaques secondaires à type d'hypertrophie ventriculaire droite et de cœur pulmonaire chronique n'existent que dans d'autres étiologies de scoliose, ou en cas de surinfection pulmonaire. Cet auteur rapproche de ces troubles respiratoires le syndrome de reflux gastro-œsophagien par déplacement du diaphragme, et la hernie hiatale parfois compliquée d'anémie et conduisant à un état d'hypercapnie.

Jackson en 1989<sup>[45]</sup>, en étudiant 101 cas de scolioses de plus de 40° avec cyphose supérieure à 50°, estime que la rigidité de la courbure a tendance à réduire la capacité vitale. La perte de hauteur en région thoracolombaire diminue le volume de la cavité abdominale, et entraîne une hyperpression abdominale avec dysfonctionnement diaphragmatique.

En réalité, le problème respiratoire avec vraies conséquences fonctionnelles ne se pose que pour des scolioses infantiles ou juvéniles précoces de plus de 100°, au cours desquelles il y a, de façon surajoutée, défaut du développement des alvéoles pulmonaires.

Pehrsson<sup>[62]</sup> estime qu'en dehors de cette situation très particulière, il est peu probable que l'aggravation de la scoliose entraîne une véritable aggravation de l'état respiratoire. Le cas des lordoscolioses décrit notamment par Upadhyay<sup>[81]</sup> est un peu à part, puisqu'il s'agit alors d'une caricature de la torsion, avec véritable pénétration de la colonne dans la cage thoracique et distance colonne-sternum très faible, réduisant ainsi de façon très sévère les deux plages pulmonaires. Enfin, la prise de médicaments neurotropes peut modifier des conditions respiratoires limites.

Pour terminer sur ces deux derniers chapitres de complications neurologiques et respiratoires, rappelons que les premières sont très fréquentes puisqu'elles s'intègrent dans un cadre dégénératif, tandis que les secondes sont moins fréquentes grâce au traitement mieux conduit des scolioses infantiles graves.

### SCORES D'ÉVALUATION APPLIQUÉS À LA SCOLIOSE DE L'ADULTE

À une époque où tout doit être évalué avec la plus grande objectivité, la plus grande précision, il est évident que la seule mesure de l'angle de Cobb ne suffit pas pour apprécier l'état fonctionnel du patient et la qualité du résultat d'un traitement. Il est commode et habituel d'évaluer une scoliose et son traitement en mesurant et en comparant des angles. Le plus classique est l'angle de Cobb qui est un angle radiologique que nous redéfinissons au

chapitre spécifique. Il existe aussi l'angle de scoliométrie que nous avons déjà défini, et qui renseigne plus sur la morphologie du patient. Néanmoins, ces deux angles ont des mesures qui peuvent être aléatoires.

L'angle de Cobb doit être calculé sur une radiographie prise debout, en repérant bien les vertèbres limites donc les plus inclinées ; cet angle varie en fonction du moment où il a été pris dans la journée (il augmente par effet de télescopage naturel quand on s'écarte de l'heure du lever. Beauchamp [4] a démontré chez 38 scoliotiques que la variation interobservateur était de 1,6°, et que si l'angle moyen de Cobb était de 60° à 8 heures du matin, il passait à 65° à 8 heures du soir. Une variation de moins de 5° n'a pas de grande signification dans les statistiques concernant cet angle.

La scoliométrie est une mesure angulaire déjà décrite pour apprécier la gibbosité ; elle varie selon le degré d'inclinaison du sujet vers l'avant, et le niveau exact où a été apposé le scoliomètre qui doit se situer normalement au milieu de la gibbosité.

L'intensité de la rachialgie doit être évaluée grâce à une échelle visuelle analogique. S'il y a radiculalgie et une claudication radiculaire, le score de Beaujon Lassale utilisé pour les canaux lombaires étroits peut être appliqué à la scoliose : il comprend comme items le degré de lombalgie, de radiculalgie d'effort et de repos, le périmètre de marche, les complications neurologiques et sphinctériennes, la prise médicamenteuse et le retentissement sur la vie de tous les jours ; il est noté 20/20 quand il n'y a aucune doléance [53]. Le score des lomboradiculalgies de la Société d'orthopédie japonaise possède à peu près les mêmes critères : il privilégie les signes objectifs cliniques au détriment des signes explorant la qualité de vie ; il est noté 17/17 quand il n'y a aucune doléance [46].

La lombalgie de la scoliose peut être évaluée comme une lombalgie chronique par le score Eifel [16] ou échelle de l'incapacité fonctionnelle pour l'évaluation des lombalgies décrite initialement par Rolland et Morris : il s'agit d'un autoquestionnaire court, simple, reproductible, valide et sensible au changement.

Deux scores d'autoévaluation sont très utilisés dans la littérature anglo-saxonne pour apprécier la qualité de vie du patient souffrant d'une affection de l'appareil locomoteur. Il s'agit du score d'Oswestry récemment réévalué par Fairbank [27] et du *medical outcoms survey short form 36* (ou MOS SF 36) en cours de validation en français par Leplege [54].

Ce dernier score comprend huit concepts de santé cotés de 0 à 100 qui sont la fonction physique, la fonction sociale, la diminution d'activité pour problème physique, la diminution d'activité pour problème émotionnel, la santé mentale, la vitalité et la fatigue, la douleur et la perception de la santé.

Nous terminons ce paragraphe sur l'évaluation du patient scoliotique en rappelant qu'il faut apprécier non seulement la statique (importance des courbures, aplomb), mais aussi la dynamique en quantité et en qualité, en étudiant la motricité du patient, les asymétries, les ajustements possibles.

## Explorations complémentaires

### RADIOGRAPHIES SIMPLES

#### ■ En charge debout (fig 7)

Elles doivent être prises sur grande cassette 30 × 90 ou 30 × 120 ou selon un procédé numérique de face, de profil et parfois de trois quarts. De face, il faudra compenser l'éventuelle inégalité de longueur de membre par une semelle. On mesure sur ce cliché de face l'angle de Cobb pour chaque courbure entre les plateaux supérieur de la vertèbre limite supérieure, et inférieur de la vertèbre limite inférieure. La rotation est mesurée sur la vertèbre sommet horizontale selon la méthode de Cobb qui positionne l'épineuse par rapport au pédicule concave (rotation de une à quatre croix), ou la

méthode de Nash et Moe selon la position du pédicule convexe. Le torsiomètre de Perdrille donne une mesure plus précise. En région lombaire, on note la présence de discopathies asymétriques avec perte de parallélisme des plateaux vertébraux, celle de dislocations ouvertes ou fermées déjà définies. La statique du bassin s'apprécie par la tangente aux deux crêtes iliaques, ou mieux la tangente aux pieds des sacro-iliaques. Si cette ligne est horizontale, la statique est normale. Si cette ligne est oblique, le bassin est oblique à droite ou à gauche. Il faut alors vérifier s'il y a ou non une inégalité de hauteur des têtes fémorales quantifiée en centimètres. Salanova [70] oppose le bassin inclus dans la courbure lombaire et le bassin exclu. Il y a bassin inclus quand la courbure lombaire se prolonge dans le bassin ; le disque L4 L5 est incliné sur l'horizontale, mais les plateaux inférieur de L4 et supérieur de L5 sont parallèles ; l'hémibassin est parfois surélevé dans la concavité de la courbure lombaire. Il y a bassin exclu quand le disque L4 L5 bâille dans la concavité de la courbure lombaire ; le sacrum est horizontal et parfois l'hémibassin est surélevé dans la convexité de la courbure lombaire. Cette analyse du caractère inclus ou exclu du bassin permet de choisir la limite inférieure de l'instrumentation.

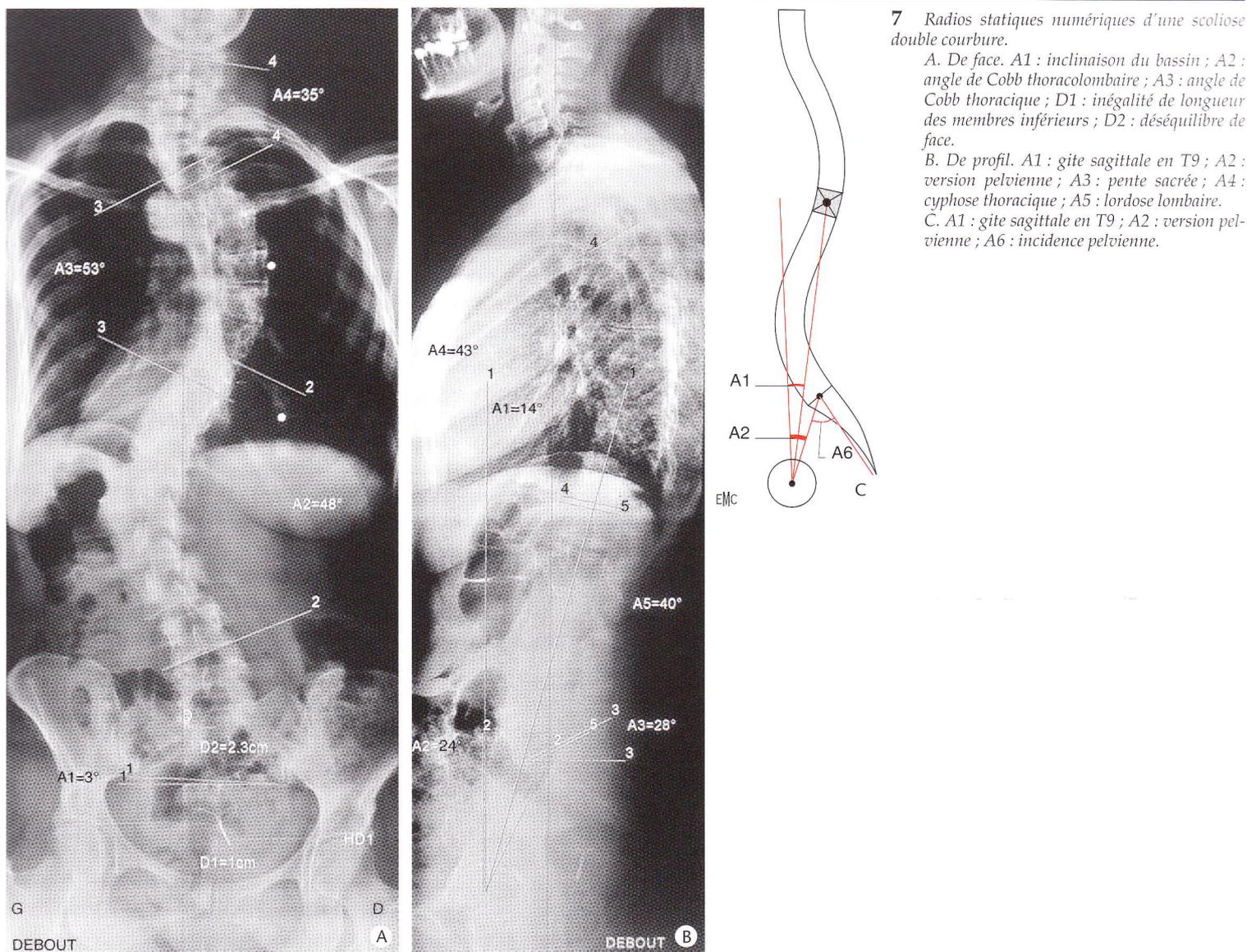
La gîte latérale est mesurée en abaissant la verticale à partir du milieu de l'odontoïde, et en mesurant la distance qui sépare ce point de la verticale du milieu du sacrum.

De profil, les mains doivent s'appuyer sur un support à hauteur du pubis (bâton, dossier de chaise) ; ainsi les membres supérieurs cachent pas le tronc et ne sont pas trop surélevés, ce qui ramènerait le tronc en arrière ; le regard doit être à l'horizontale, voire même dirigé à 30° vers le bas (position de référence de la tête).

Sont mesurés la lordose cervicale entre l'anneau de C1 et le plateau supérieur de T1, la cyphose thoracique entre le plateau supérieur de T1 et l'inférieur de T12, la lordose lombaire entre le plateau supérieur de L1 et le plateau supérieur de S1. Très souvent du fait du caractère caché de la vertèbre T1 et des vertèbres avoisinantes, la cyphose thoracique est mesurée entre les plateaux supérieur de T1 et inférieur de T12. Une autre solution pour mesurer les cyphoses et lordoses est de prendre en compte les vertèbres les plus inclinées qui délimitent des segments en cyphose ou en lordose, et qui correspondent pas forcément aux limites anatomiques classiques précédemment citées.

Nous rappelons donc ici que les angles de lordose cervicale, cyphose thoracique et lordose lombaire sont diminués du fait de processus scoliotique idiopathique de torsion, et qu'il existe des accidents localisés en cyphose qui correspondent aux changements de rotation dans les zones jonctionnelles. Les pincements discaux, les anté-rétroliothésis sont notés dans leur niveau (le plus souvent en L4 ou L3 L4) en millimètres, comme sont mesurées les translations frontales. L'hypercyphose thoracique du sujet âgé doit être appréciée, pour décider de l'extension vers le haut de l'instrumentation postérieure.

Au niveau du bassin, on mesure la pente sacrée qui est l'angle de la tangente fait le plateau de S1 avec l'horizontale ; une forte pente sacrée est corrélée avec une forte lordose lombaire ; on peut aussi étudier les angles décrits par Duval Beaupère [25] pour caractériser la forme du bassin osseux et surtout positionner le tronc et le bassin dans l'espace. L'incidence pelvienne est un angle morphologique, qui caractérise la forme du bassin et qui augmente pendant la croissance jusqu'à l'âge de la marche ; cet angle est mesuré entre une droite reliant le milieu des têtes fémorales et le milieu du plateau sacré et une deuxième droite perpendiculaire au plateau sacré abaissée à partir de son centre. L'incidence pelvienne moyenne est de 50°. Une incidence plus faible est corrélée à des angles de cyphose thoracique et lordose lombaire plus faibles (type statique de Delmas) ; une incidence plus forte est corrélée à des angles plus grands (type dynamique de Delmas) avec a priori plus de possibilités de régler d'un déséquilibre éventuel. La version pelvienne est un angle mesuré entre la verticale abaissée sur le milieu des têtes fémorales et la droite rejoignant le milieu des têtes fémorales et le milieu du plateau sacré ; cet angle, de 12° en moyenne chez des adultes,



normaux, augmente en rétroversion quand les têtes de fémur avancent et le sacrum se verticalise, ou diminue (ce qui est beaucoup plus rare) en antéversion.

L'incidence pelvienne est égale à la somme de la pente sacrée et de la version pelvienne. La gîte sagittale en T9 est un angle positionnel du tronc, qui se mesure entre la verticale abaissée sur les têtes de fémur et la droite joignant les têtes de fémur et le milieu de la vertèbre T9, centre de gravité du tronc. Cet angle, très constant même lors des troubles statiques souvent graves, est en moyenne de 11°. S'il y a déséquilibre antérieur, il diminue. Il faut aussi pouvoir positionner de profil les membres inférieurs. L'angle pelvifémoral de Mangione<sup>[55]</sup> est limité par la ligne entre le centre des têtes de fémur et le milieu du plateau sacré et l'axe de la diaphyse fémorale ; il ne peut pas dépasser 200° puisque alors l'hyperextension maximale de hanche est atteinte. La flexion des genoux est reconnue en traçant l'axe des fémurs et des tibias comme l'a proposé Itoi<sup>[43]</sup>.

Si les clichés des membres inférieurs en entier de profil sont difficilement réalisables, on peut proposer des clichés photographiques numériques lors de la prise du cliché radiographique. Enfin, si on ne possède pas de plate-forme de gravité qui permet, couplée à la prise de radiographie de profil, de dessiner l'axe de gravité moyen, on peut tracer deux axes : la verticale à partir de T9 qui tombe légèrement en arrière des têtes fémorales, et la verticale abaissée à partir des conduits auditifs externes (CAE) qui tombe le plus souvent à proximité des têtes fémorales. L'équilibre est idéal si la version pelvienne est proche de la normale ; il est dit compensé si cette ligne CAE-tête de fémur est

verticale au prix d'une rétroversion du bassin et/ou d'une flexion des genoux ; cet équilibre n'existe plus si les CAE se projettent en avant des têtes de fémur malgré la rétroversion du bassin et la flexion des genoux.

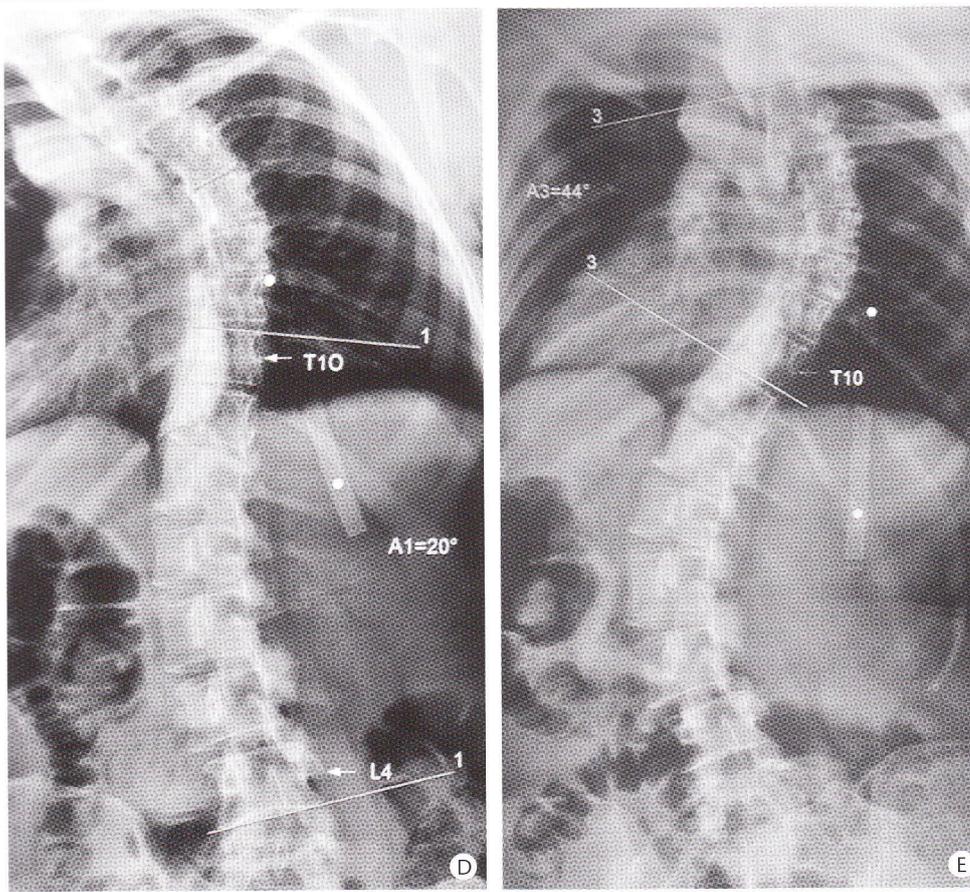
Le cliché dans le plan d'élection de Stagnara cherche, en faisant tourner le patient pour effacer artificiellement la rotation, à mettre le plan de la scoliose parallèle au plan du film. Ceci revient à faire un cliché de trois quarts. Le cliché de trois quarts vrai peut être demandé pour bien étudier l'arc neural, et principalement les isthmes lombaires qui sont parfois lysés.

### ■ Radiographies dynamiques (fig 7)

Elles vont chercher à retrouver une réductibilité des courbures principales et des contre-courbures.

En position allongée, l'amélioration de l'angle de Cobb est parfois surprenante notamment à la période d'adulte jeune et pour des courbures lombaires. Delorme<sup>[20]</sup> avait déjà noté cette réduction naturelle de 37 % en moyenne du fait de la seule installation opératoire en décubitus ventral avant toute dissection, réduction supérieure à celle obtenue par l'instrumentation (30 %).

On peut dépasser l'effet de simple alignement par par décharge allongée, en réalisant une traction axiale : c'est le cliché en suspension debout prôné par Stagnara avec traction grâce à un collier de Sayre jusqu'à faire décoller les pieds du sol : il est difficilement réalisable chez l'adulte et mal toléré. On peut aussi réaliser un cliché de face en traction sur table orthopédique de Risser



7 (suite). Radios statiques numériques d'une scoliose double courbure.

D. Bending gauche. A2 : angle de Cobb lombaire de 20° (correction de plus de 50 %).

E. Bending droit. A3 : angle de Cobb thoracique de 44° (correction de moins de 30 %).

ou de Cotrel : cette méthode souvent proposée pour corriger les bassins obliques dans les scolioses paralytiques, donne de très bons renseignements sur la réductibilité de la scoliose lombaire. Elle est néanmoins utilisée par Polly<sup>[66]</sup> pour les scolioses thoraciques raides. En réalité, ce sont les clichés en inclinaison (ou en *bending*) passive qui nécessitent la présence de manipulateur radiologiste pour incliner tronc et bassin dans un sens puis dans un autre, ou active et volontaire défendue par Vaughan<sup>[83]</sup>.

Pour ce dernier, si la courbure scoliotique a plus de 60°, la traction est préférable au *bending* volontaire. De toutes façons, sur ces clichés en inclinaison on apprécie le pourcentage de réduction qui, s'il est inférieur à 30 %, fait parler de scoliose raide avec discussion alors d'une éventuelle libération chirurgicale antérieure thoracique ou lombaire. D'autre part, à propos de la limite inférieure de la courbure, on s'arrête dans l'ostéosynthèse sur la vertèbre qui se situe au-dessus du disque qui bouge dans les deux *bendings* et dont les plateaux limites deviennent parallèles dans le *bending* concave.

Les clichés en flexion-extension de profil peuvent être réalisés en position assise : si une réductibilité est observée, elle fait stopper l'arthrodèse au-dessus de ce segment mobile.

### TOMODENSITOMÉTRIE

Examen essentiel pour étudier le tissu osseux, il a ses limites dans l'étude du contenu et des tissus mous, notamment le disque, et se fait dans des plans conventionnels qui ne concordent pas forcément avec ceux de la scoliose explorée. Il a été proposé de faire des coupes obliques mais parallèles au plan des disques intervertébraux. Dans la technique de scanner simple, l'idéal est de positionner le sujet en décubitus latéral du côté de la convexité afin d'aplanir la déformation. Si le scanner est hélicoïdal ou spiralé, le décubitus dorsal suffit. La reconstruction 2D est intéressante et remplace les tomographies : on peut étudier le contenant (canal central, récessus latéraux, foramens intervertébraux). On peut apprécier l'hypertrophie des articulaires, les discarthroses avec notamment présence d'azote dans les disques, les ponts osseux dans la

concavité. La reconstruction de surface 3D n'a pas un grand intérêt. Finalement, cet examen tomodensitométrique seul donne des renseignements souvent incomplets pour les scolioses plutôt dégénératives, et on préfère la saccoradiculographie.

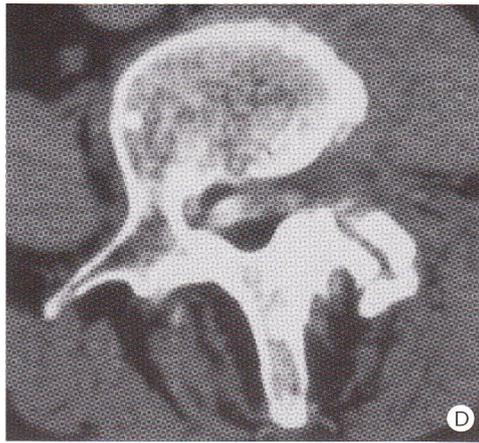
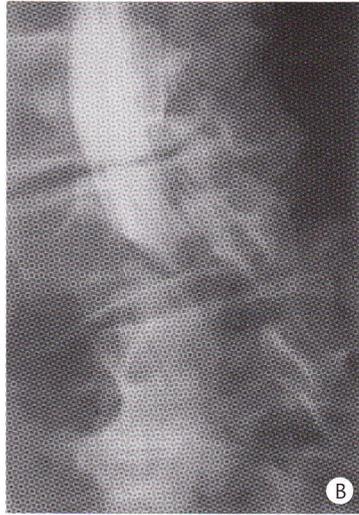
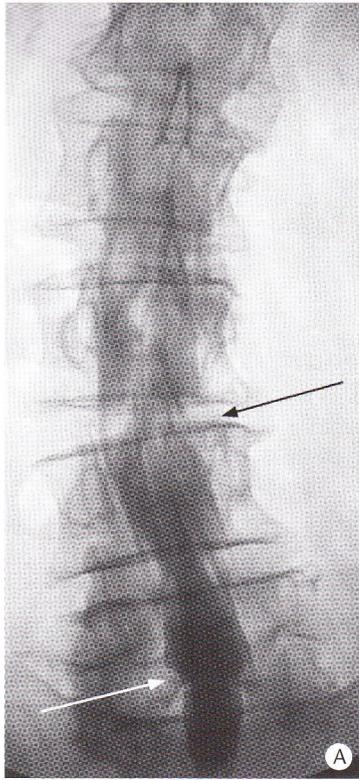
### SACCORADICULOGRAPHIE COUPLÉE AU SCANNER (fig 8)

Elle implique une ponction à l'aiguille fine pour réduire le taux de syndrome méningé ; cette ponction est parfois difficile en lombaire du fait de la rotation et de l'arthrose. Il ne faut pas hésiter alors à faire une ponction latérocervicale en C1 C2, et à suivre la descente du produit hydrosoluble en thoracique puis lombaire. Cet examen a l'avantage de présenter un « effet volume » sur la colonne de liquide céphalorachidien autour de la moelle et de la queue de cheval tout à fait intéressant.

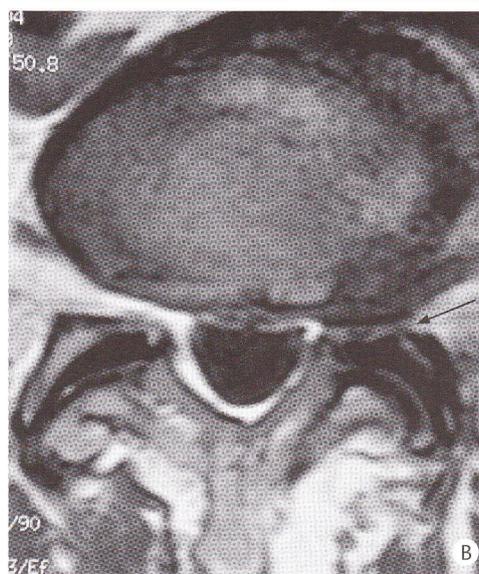
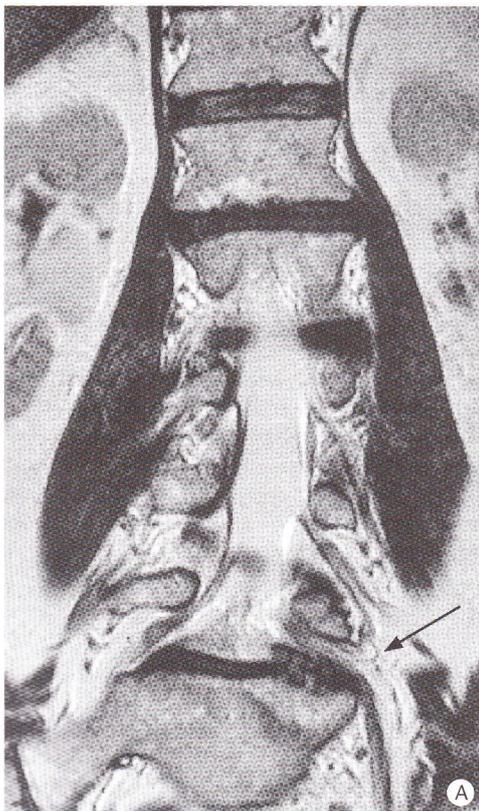
Des clichés dynamiques en charge, en flexion et en extension permettent parfois de faire apparaître des compressions, qui sont minimales en position allongée. Le scanner vient par ses coupes centrées sur les zones suspectes en saccoradiculographie, compléter l'examen et reconnaître la cause de la compression (dislocation, hypertrophie du ligament jaune, exceptionnellement hernie discale).

### IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE NUCLÉAIRE (fig 9)

C'est l'examen anatomique le plus complet pour explorer contenu et contenant rachidien sans être invasif comme la saccoradiculographie. Néanmoins l'examen est pratiqué en position allongée, et les coupes présentées dans les plans conventionnels axial, coronal et sagittal sont parfois très difficiles d'interprétation quand la déformation est importante. Il existe des artifices d'installation du patient comme pour la tomodensitométrie, et le logiciel permet d'étudier la colonne vertébrale dans des plans non conventionnels mais qui restent perpendiculaires aux structures scoliotiques. Les séquences pondérées en T2 donnent des images équivalentes à la saccoradiculographie, avec visualisation du canal central et des récessus latéraux sur les coupes axiales et sagittales, et



- 8** Saccoradiculographie.  
 A. De face avec compression au creux de la concavité principale (flèche noire) et de la concavité lombosacrée (flèche grise).  
 B. Arrêt complet de face sur un autre patient.  
 C. Arrêt complet de profil sur ce même patient.  
 D. Coupe tomodensitométrique montrant la sténose au niveau de l'arrêt subtotal du produit.



- 9** Imagerie par résonance magnétique.  
 A. Compression dans le foramen L5 S1 G sur la coupe coronale (flèche).  
 B. Même compression sur la coupe axiale (flèche).

visualisation des foramens intervertébraux sur les coupes coronales passant par les pédicules, et sur les coupes parasagittales.

La morphologie des corps vertébraux peut être appréciée sur les coupes sagittales et coronales. L'état des disques et des plateaux

vertébraux est beaucoup mieux appréhendé qu'en tomodynamométrie. Le disque déshydraté devient noir en séquence T2. Il peut présenter une poche hyperintense à sa partie postérieure, qui aurait une valeur plus péjorative que la présence d'un disque noir isolé.

Les plateaux vertébraux et l'os sous-chondral peuvent être atteints avec, selon Modic [59] un stade 1 caractérisé par un hyposignal en T1 et un hypersignal en T2 signant un stade œdémateux ou inflammatoire, un stade 2 caractérisé par un hypersignal en T1 et un hypersignal en T2 signant un stade grasseux, un stade 3, plus rare, caractérisé par un hyposignal en T1 et un hyposignal en T2 signant un stade scléreux. L'évolution naturelle fait passer du stade 1 aigu et douloureux au stade 2, et parfois au stade 3 qui correspond à un état proche de la fusion naturelle. Dans les discopathies asymétriques où il y a compression foraminale du côté du pincement discal correspondant à la dislocation fermée, le signe de Modic 1 peut être latéralisé du côté de la compression [84].

Le volume et la structure des muscles (paravertébraux et psoas) doivent être appréciés.

### DISCOGRAPHIE LOMBAIRE

C'est un examen très discuté pour apprécier l'état des disques lombaires bas en vue d'une fusion dont on veut déterminer l'étendue vers le bas. Dès 1968, Holt cité par Walsh [86], sur des sujets sains, prisonniers et volontaires notait 26 % de faux positifs. Ce dernier, dans une étude plus récente, a réalisé une discographie sur les trois derniers disques lombaires chez sept lombalgiques chroniques et 10 sujets normaux. Chez ces derniers, il retrouve 17 % de discogramme anormal mais sans réponse douloureuse à l'injection. Il estime qu'il y a 0 % de faux positifs, et 100 % de spécificité. Ito [42] a exploré 101 disques chez 39 patients en discographie et en IRM. IL n'y a pas de corrélation entre le test de la douleur à l'injection et la présence de fissures postérieures. Cet auteur n'a pas étudié la présence ou non de signaux de Modic sur l'IRM. Dans notre expérience, la présence d'un signal inflammatoire au type Modic 1 est beaucoup plus spécifique d'une discopathie agressive qu'une discographie perturbée.

### DIVERS TESTS D'INFILTRATION RACHIDIENNE

Ils vont avoir pour but de reproduire la douleur articulaire postérieure ou neurologique, et de calmer la gêne en injectant xylocaïne et corticoïde retard.

L'infiltration articulaire se fait le plus souvent sous contrôle d'amplificateur de brillance placé de trois quarts ; la douleur doit être reproduite lors de la mise en tension de la cavité articulaire. L'effet antalgique doit être jugé après 15 jours-3 semaines.

Si la compression radiculaire est centrale, on peut proposer une infiltration épидurale par voie interépineuse ou mieux par l'hiatus sacrococcygien.

Enfin, la compression dans le foramen intervertébral du ganglion spinal peut être confirmée par un test d'infiltration sous amplificateur de brillance ou mieux sous scanner ; la reproduction de la douleur à l'injection, l'opacificateur du ganglion laissent présager un bon résultat sur la radiculalgie [5].

### EXPLORATION ÉLECTRIQUE DES MEMBRES INFÉRIEURS

Elle peut être proposée quand on soupçonne une souffrance radiculaire avec une expression clinique atypique et/ou une imagerie faiblement concordante.

L'électromyogramme (EMG) n'est positif qu'en cas de signe déficitaire parfois infraclinique. L'étude des potentiels évoqués somesthésiques est très intéressante, car elle permet souvent de retrouver des altérations (allongement des latences, microvoltage) avant l'apparition de signes en électromyographie. L'étude des potentiels sensitifs dans le cadre de l'EMG est capitale pour explorer le ganglion spinal dans le foramen. D'après Héraud [37], ces potentiels

sensitifs sont altérés si la lésion est foraminale ou infraforaminale ; ils sont conservés si la lésion est supraforaminale donc intracanalale.

## Traitement conservateur

### TRAITEMENT MÉDICAL

Il n'existe pas de traitement médical spécifique de la scoliose. L'apport nutritionnel équilibré est d'autant plus important que le sujet est plus âgé. Les stratégies médicamenteuses voire hormonales doivent assurer le meilleur capital osseux possible, pour éviter un facteur aggravant que représente l'ostéoporose (en absorptiométrie) ; il faut faire la moyenne des deux cols fémoraux du fait de l'asymétrie liée à la scoliose ; la déformation rachidienne rend difficilement interprétable l'examen au niveau de la colonne).

Si les différentes classes d'antalgiques peuvent être utilisées, les médicaments ne concernent que la conséquence d'une contraction qu'il faut impérativement traiter. Ce raisonnement s'applique aussi pour les tensions musculaires. Il en est de même des infiltrations des articulaires postérieures. La physiothérapie est souvent décevante du fait de la profondeur des sites à atteindre ; cependant, les courants antalgiques sont souvent bénéfiques. Si il existe une cause de dysfonctionnement musculaire, il faut la traiter (dépression, Parkinson, problèmes endocriniens, médicaments métaboliques...). La psychothérapie est souvent utile pour ces malades inquiétés par leur aspect et leur devenir ; elle est une composante introduites pour les douleurs, surtout s'il existe des réactions physiques et psychiques inadaptées.

### RÉÉDUCATION

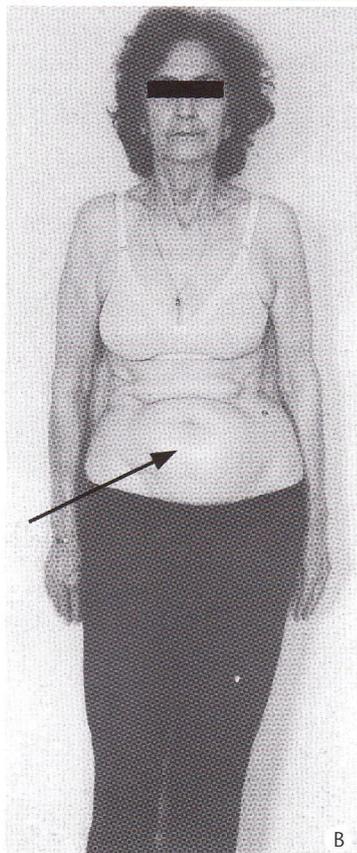
Elle a pour but d'entretenir la meilleure souplesse possible, pour conserver de bonnes possibilités fonctionnelles et réajuster les aplombs et les courbures rachidiennes dans les activités de la vie quotidienne grâce à une musculature adaptée, évitant ainsi des contraintes délétères.

Les moyens sont :

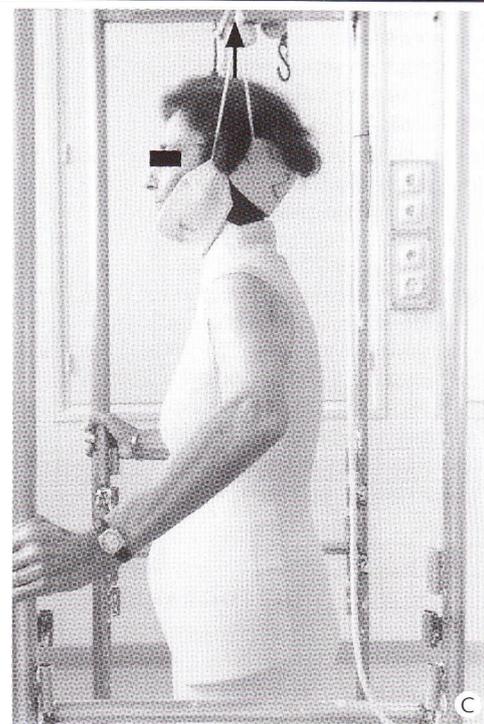
- les assouplissements, qui doivent être entrepris en décharge (couché ou en suspension partielle) aboutissant à la décoaptation des concavités, indispensable à la mobilité des articulaires et au maintien d'une homéostasie discale optimale. La musculature contractée impérativement détendue (contractures, rétractions, tensions psychogènes...). Les techniques de réajustement musculaire et de musculature sont exécutées sans douleur (techniques d'antalgie fonction du site et des causes de la douleur). Ils concernent les rétractions à distance (ceintures scapulaire et pelvienne) pour assurer l'autonomie du tronc par rapport aux membres. Ils conduisent à retrouver un profil correct facilité par l'automatisation des autograndissements autour d'un axe de gravité bien centré ;
- la proprioception est développée pour repérer la position idéale ;
- la musculation se fait sur des muscles relâchés, en position corrigée : couché puis debout et sur des gestes variés, sans oublier la musculature pelvienne qui contribue à la bonne orientation du bassin ;
- la reprogrammation neuromotrice automatise le retour en bonne position à chaque instant ;
- les massages contribuent pour une part à chacune de ces étapes : détente, rétraction, proprioception, musculation ;
- le réentraînement aux efforts supprime la tachycardie et la dyspnée corollaire, qui désadaptent l'équilibre harmonieux du rachis au moindre effort ;
- la rééducation respiratoire : les tensions périthoraciques (dont celles des accessoires respiratoires) qui freinent le jeu des côtes sont libérées. Les mouvements diaphragmatiques sont facilités par l'autograndissement, voire la suspension ou la position couchée. Les volumes mobilisés sont accrus. La mixique est améliorée par l'utilisation des volumes dans le champ de l'expiration ;



A



B



C



D

**10** Traitement orthopédique. Les contraintes dans les concavités ont déterminé des lésions dégénératives principalement en L1 L2 et en L4 L5 (A) (syndesmophyte droit maintenant le départ oblique irréductible de L4 [flèche]). Il se rajoute une cyphose thoracique majorée par la perte de lordose lombaire, et la rétroversion pelvienne augmente la saillie abdominale (flèche) (B). Les douleurs lombosciatiques sont invalidantes. La contre-indication opératoire conduit à proposer le traitement orthopédique. La traction décoapte les articulaires des segments intervertébraux dont la hauteur est diminuée (C, D). La mobilité ainsi retrouvée permet de réajuster au mieux les aplombs du tronc maintenus dans le plâtre bivalvé (E, F), puis dans le corset monocoque polypropylène (G, H) dont le moulage est réalisé dans les mêmes conditions.

– l'ergothérapie participe à l'ajustement réciproque sujet-environnement.

La mise en œuvre de cette rééducation est liée à la capacité du sujet à se prendre en charge. On ne traite que ce qui est déficient en sachant parfois le rôle psychothérapeutique de la rééducation qu'il faut maîtriser pour ne pas appliquer une stratégie de soins

inadaptée. Le sujet doit apprendre et réaliser seul sa rééducation, qui est régulièrement contrôlée et qui reconduit à une nouvelle prescription en cas d'imperfection. Aucune méthode ne répond aux objectifs du traitement de la scoliose, mais chaque méthode comporte des éléments à ne pas négliger.

Le prescripteur évalue les résultats au terme de la phase de soins.



Les résultats de la rééducation sont difficiles à évaluer car il n'y a rien de très objectif. La rééducation ne semble pas influencer le pronostic évolutif des courbures. Elle soulage 40 % des sujets douloureux. La compétence pédagogique du kinésithérapeute est très importante.

Il existe des cas particuliers :

- l'insuffisance respiratoire pose des problèmes généralement au-delà de 40 ans pour des courbures de plus de 100°. Les principes de la rééducation restent les mêmes. Lorsque la décompensation est analysée par la détérioration de la polysomnographie, les modifications cardiopulmonaires et la biologie, la ventilation nocturne non invasive s'impose. Elle offre des résultats spectaculaires ;

- l'évolution cyphosante conduit à la prescription de cannes canadiennes dont la hauteur est réglée en position redressée. Ce réajustement antéropostérieur du tronc est également réalisé tout au long de la journée grâce à des appuis correctement disposés en avant du sujet, pour permettre le transfert de la masse corporelle sur les membres supérieurs, facilitant ainsi la mise en décharge du rachis et son réajustement.

Lorsque la réaction du sujet n'est plus suffisante pour s'autocorriger, le traitement orthopédique peut être envisagé.

#### **ORTHOPÉDIE CONSERVATRICE (fig 10)**

Elle inclut les lombostats et les corsets. Ces orthèses sont des aides à l'autocorrection apprise et développée grâce aux stratégies rééducatives correctement enseignées ; elles ne sont réalisées qu'en position de correction ; elles n'habillent pas la déformation ; elles respectent les viscères pour éviter l'hyperpression abdominale révélatrice de hernie hiatale ou prolapsus non décompensé. En cas d'insuffisance respiratoire, la contrainte imposée par l'orthèse doit améliorer le couple abdominodiaphragmatique pour éviter toute décompensation par diminution de la capacité vitale.

La prescription et la réalisation sont guidées et contrôlées par le médecin, qui conseille l'orthoprothésiste.

L'ablation du corset est habituellement prévue au terme du sixième mois, volontiers remis à titre temporaire, comme une aide aux « mauvais passages ».

#### ■ **Lombostats standards**

Ils sont utiles sur un rachis souple et musclé pour améliorer l'efficacité de la sangle abdominale et l'abaissement des avertisseurs chondrocostaux, facilitant ainsi la délordose et le réajustement des aplombs.

#### ■ **Lombostats sur mesure**

En couil baleiné plus ou moins renforcé, voire montés sur une cage, ils relient le thorax au pelvis ; la disposition relative de ces deux zones assure un réajustement de l'axe du tronc et de la courbure lombaire. Le montage est difficile du fait de l'asymétrie du pincer la taille. Le croisement des baleines sur les épineuses et les pointes de la ceinture transverse convexe engendre des douleurs difficilement supportables. Un tel appareil n'assure pas de force décoaptante.

#### ■ **Traitement orthopédique**

L'inflammation, les tensions musculaires, les réactions intercorporéales et articulaires des concavités des courbes lombaires ou dorsolombaires et de la contre-courbure lombosacrée imposent une force longitudinale décoaptante pour supprimer les contraintes et retrouver une mobilité suffisante pour réajuster les aplombs. Cette action réalisée par une traction en position debout est maintenue par une prise basithoracique précise, qui remonte vers T8 en arrière et sous le sillon sous-pectoral en avant, avec de bons appuis latérothoraciques. Le contre-appui est assuré sur le pelvis, principalement sur les massifs iliaques antérieurs et le galbe fessier. L'ajustement de l'axe de gravité et de la courbure dorsolombaire o

lombaire se fait grâce à l'ajustement relatif de ces deux zones. Dans les formes relativement souples, un corset précis en polyéthylène ou polypropylène peut être prescrit d'emblée. Les formes plus sévères imposent plus de rigueur : le lombostat plâtré (qui peut être bivalvé) assure une réduction très supérieure au corset ; il est porté 1 mois, parfois renouvelé. Il facilite l'apprentissage de la rééducation et de la réadaptation. Le corset est prescrit secondairement, il est porté 6 mois avec poursuite du programme de rééducation et de réentraînement.

Ce traitement freine l'évolution annuelle qui passe de 2° à 0°14 avec un recul de plus de 8 ans ; parallèlement, plus de 20 % des sujets sont soulagés ; l'intensité moyenne de la douleur pour ceux qui ne sont pas soulagés est divisée par deux [9].

Néanmoins le traitement orthopédique a ses limites : il ne réduit pas la scoliose. Il n'est donc pas une alternative à la chirurgie. Il peut être proposé en étape préparatoire préliminaire ou en cas d'impossibilité chirurgicale.

Le corsetage du tronc devient impossible lorsque la commande neuromotrice est déficiente ou lorsque le muscle s'est atrophié ; le sujet ne pouvant réagir aux contraintes, soit celles-ci créent des lésions cutanées, soit le sujet desserre l'orthèse qui perd alors son efficacité.

## Traitement chirurgical

### PROBLÈMES PÉRIOPÉRATOIRES

#### ■ Évaluation préopératoire

Le risque lié à la chirurgie, majeur, et le risque lié à l'état de santé de l'opéré (score ASA supérieur à 2, âge supérieur à 70 ans) imposent une évaluation, réalisable par exemple au cours d'une hospitalisation brève. Le choix du bilan s'appuie sur le type d'intervention, et plus encore sur la clinique.

La fonction respiratoire s'évalue sur l'examen, le cliché pulmonaire, la gazométrie sanguine et l'exploration fonctionnelle respiratoire. La valeur prédictive de ce bilan est de plus en plus controversée face à des données simples cliniques et biologiques : elles s'avèrent prépondérantes dans l'Index de risque d'Arozullah [3], prédisant l'insuffisance respiratoire postopératoire.

Le bilan cardiovasculaire comporte au minimum, après examen, un électrocardiogramme (ECG), et en cas d'anomalie respiratoire une échographie cardiaque. Les tests dynamiques ne sont prescrits qu'en fonction des recommandations du Collège américain de cardiologie.

Pour cette chirurgie par essence fonctionnelle, l'évaluation apporte une aide à la décision pour le patient, le chirurgien et l'anesthésiste.

#### ■ Transfusion autologue

Malgré un saignement important (0,3 à 0,5 fois la masse sanguine) la transfusion reste très souvent autologue exclusive. Elle requiert en préopératoire des dons séquentiels bien tolérés même chez les sujets âgés [28], parfois une érythropoïétine, avec l'aide éventuelle par l'érythropoïétine dans les deux cas. L'évaluation a aussi pour rôle d'en dépister les contre-indications, et de fixer l'anémie tolérable en périopératoire. Enfin, pendant l'opération, il est très efficace et indispensable de récupérer le saignement, a fortiori s'il prend une ampleur inhabituelle : les machines type *cell-saver* en restituent une bonne part sous forme de concentrés d'hématies lavées.

#### ■ Antibiotrophylaxie périopératoire

Les arthrodèses vertébrales étendues obéissent selon les experts aux mêmes règles que la chirurgie classe 1 dite hyperpropre, type prothèse articulaire totale. Les recommandations de la Société française d'anesthésie-réanimation préconisent en première intention une céphalosporine de deuxième génération pour une durée maximale de 48 heures.

#### ■ Prévention de la maladie thromboembolique (MTE)

Le risque, modéré pour cette chirurgie, mais possiblement majoré par les interventions prolongées et/ou les abords antérieurs, doit aussi être apprécié par rapport au terrain de l'opéré.

Il reste mal quantifié [14] et pose toute la problématique de sa prévention en chirurgie du rachis. L'évolution récente comporte, outre la classique contention par bas et la très rare compression plantaire intermittente, le recours fréquent en Europe aux héparines non fractionnées, et maintenant aux héparines de bas poids moléculaire (HBPM) dès la 24<sup>e</sup> heure postopératoire.

#### ■ Lutte contre la douleur postopératoire [6]

Elle se fonde sur l'analgésie intraveineuse, la morphine en mode autocontrôlé par le patient étant reconnue comme la méthode de référence. Paracétamol et anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) (inhibiteurs Cox 1 ou 2) lui sont le plus souvent associés, selon des protocoles de prescription et d'évaluation conformes aux consensus. Quant aux voies d'administration intrathécale ou périmédullaire, très efficaces, leur rapport avantages/inconvénients reste à évaluer. Il faut rappeler ici les inconvénients des morphiniques, notamment hallucinations et difficultés de reprise du transit intestinal.

### TECHNIQUES CHIRURGICALES

La chirurgie dans la scoliose de l'adulte comprend trois actes chirurgicaux principaux qui sont la libération des courbures, l'instrumentation et la réduction de la déformation, et enfin la greffe osseuse afin d'obtenir une fusion définitive en bonne position.

#### ■ Interventions de libération

Leur but est de faciliter la réduction des déformations scoliotiques et de décompresser si nécessaire les éléments neurologiques. Elles sont capitales car les courbures chez l'adulte sont habituellement raides (lésions arthrosiques discales et articulaires) et leur réduction spontanée ne permet pas dans la plupart des cas d'obtenir un résultat satisfaisant.

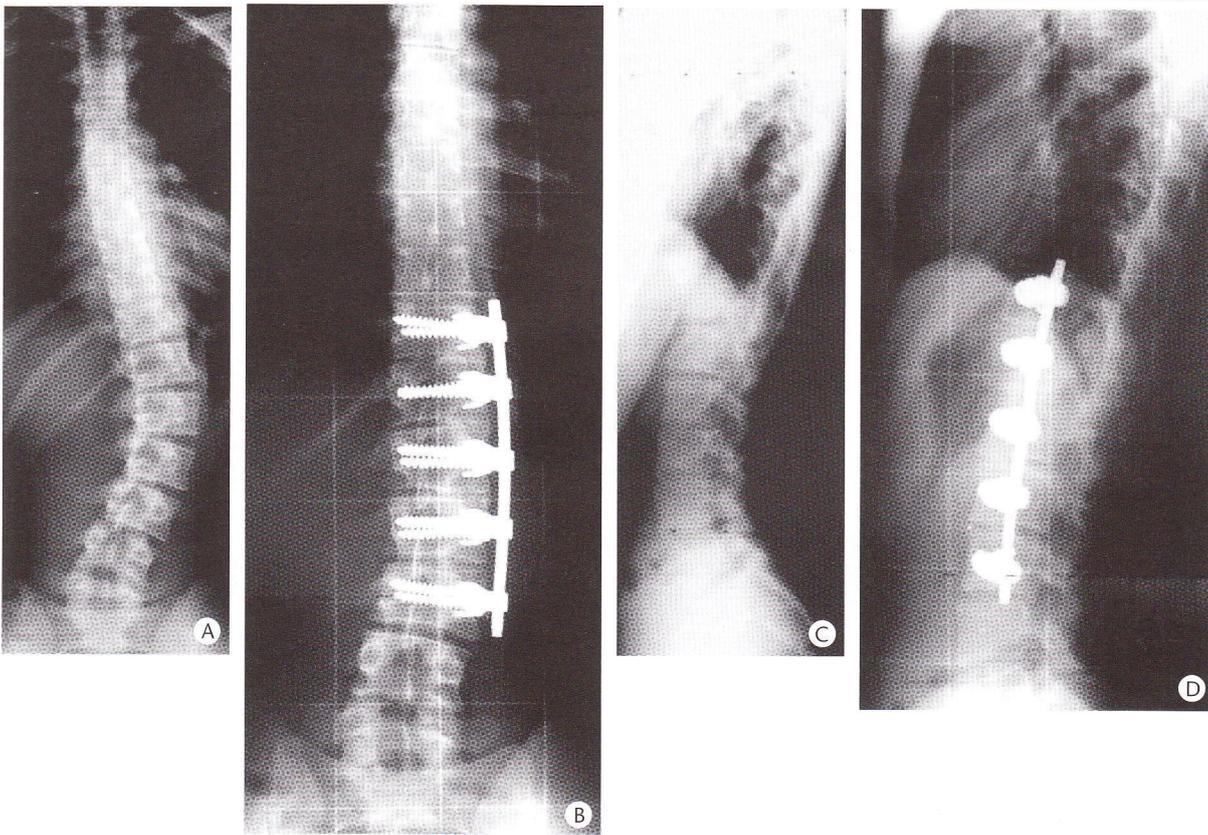
##### Intervention de libération antérieure

L'abord chirurgical antérieur pour libération se fait du côté de la convexité de la courbure. Il est conventionnel pour les régions thoracolombaires et lombaires, il peut être endoscopique pour la colonne thoracique afin de diminuer les douleurs postopératoires et les séquelles esthétiques [56]. Le geste de libération repose sur des dissectomies étagées réalisées de part et d'autre du sommet de la courbure. Le disque est réséqué presque totalement jusqu'au ligament commun vertébral postérieur. Le nombre des dissectomies varie entre cinq et sept en fonction de la courbure. Les ostéophytes et ponts osseux seront enlevés. Au niveau thoracique, les têtes costales peuvent aussi être enlevées pour obtenir plus de mobilité.

Pour les déformations particulièrement raides et déséquilibrées, Bradford [11] propose une intervention de résection et de raccourcissement vertébral. La colonne est abordée en réalisant un lambeau ostéopériosté. Les disques sont enlevés et les corps vertébraux sont réséqués par petits morceaux jusqu'au ligament commun vertébral postérieur. Les morceaux d'os sont ensuite repositionnés, et le lambeau ostéopériosté vertébral est suturé. Cette technique, qui n'est pas sans danger, doit être réservée au cas où la libération antérieure par dissectomies étagées risque d'être insuffisante pour rééquilibrer la colonne.

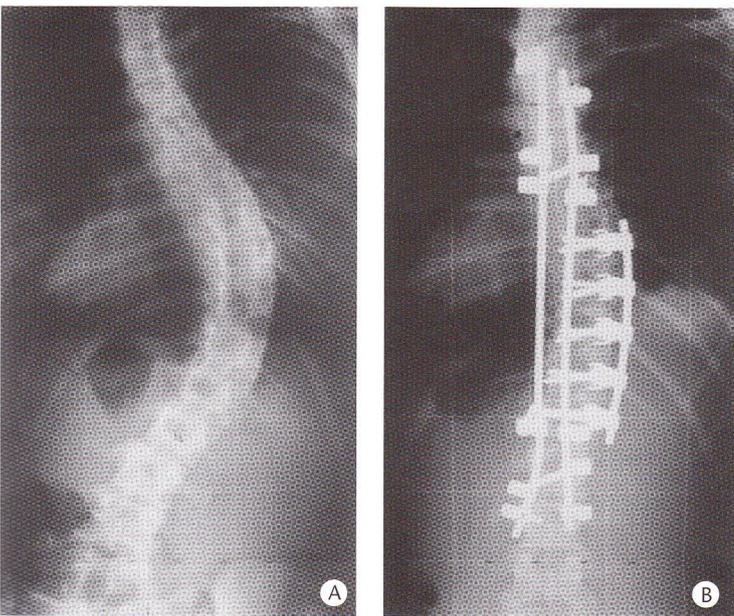
##### Intervention de libération postérieure

La libération postérieure est menée après un abord large jusqu'aux transverses de part et d'autre de la colonne. Les ponts osseux arthrosiques sont réséqués. On attache une importance particulière à la résection des épineuses, de la partie caudale de lames et surtout à la partie inférieure des massifs articulaires inférieurs, afin de pouvoir retrouver une certaine mobilité en lordose.



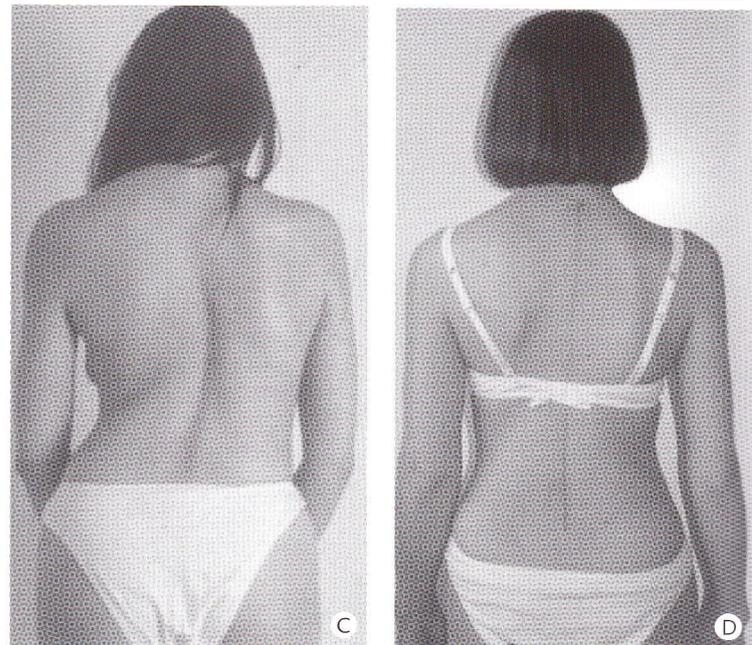
**11** Traitement chirurgical par voie antérieure d'une scoliose T11 L3.

- A. Face préopératoire.  
B. Face postopératoire.  
C. Profil préopératoire.  
D. Profil postopératoire.



**12** Double instrumentation antérieure et postérieure dans le cas d'une scoliose thoracolombaire raide.

- A. Radio de face préopératoire.



- B. Radio de face postopératoire.  
C. État clinique préopératoire.  
D. État clinique postopératoire.

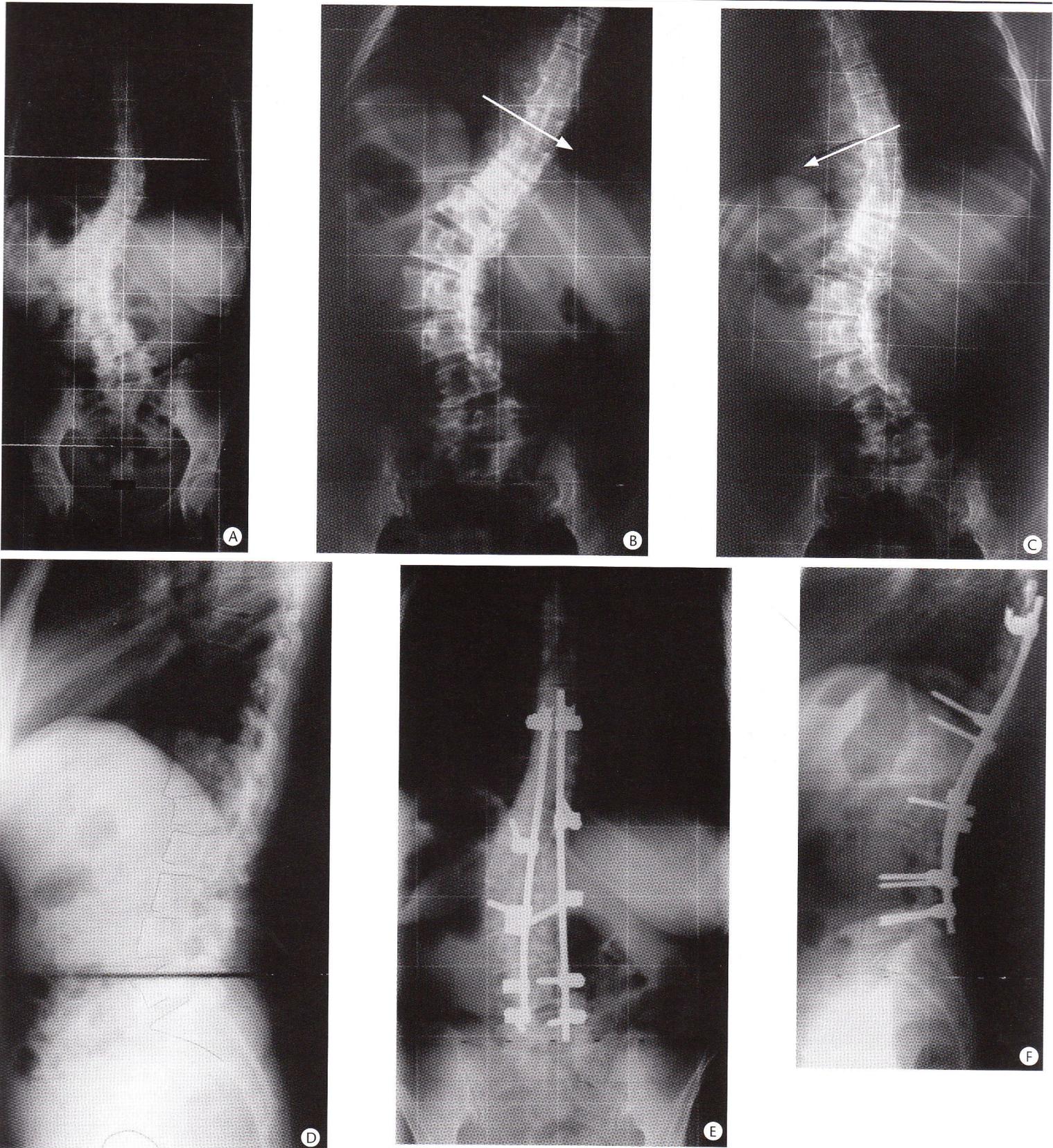
Parfois de véritables ostéotomies étagées de l'arc postérieur sont nécessaires pour obtenir une mobilité nécessaire à la réduction<sup>1851</sup>. Lorsqu'il existe des compressions radiculaires centrales ou foraminales, le geste de libération est associé à un geste de décompression par laminectomie ou foraminotomie, selon les techniques utilisées dans les sténoses lombaires dégénératives.

Lorsque la déformation est à l'origine d'une gibbosité thoracique importante, un geste de gibbectomie par voie postérieure peut être associé. Par la même voie d'abord postérieure médiane, on

peut se déplacer latéralement vers la partie saillante des côtes. Environ quatre à cinq côtes sont abordées en sous-périoste et réséquées sur une longueur de 5 à 7 cm pour réaliser une thoracoplastie.

#### ■ Interventions d'instrumentation et de réduction des courbures (fig 11, 12, 13)

Leur but est de corriger la déformation scoliotique dans le plan frontal et sagittal, et de maintenir cette correction jusqu'à la fusion



**13** Double temps chirurgical avec libération antérieure lombaire puis instrumentation postérieure.

A. Cliché de face en charge.

B. Cliché en inclinaison droite.

C. Cliché en inclinaison gauche montrant la faible réductibilité.

D. Cliché de profil en charge.

E. Cliché de face postopératoire.

F. Cliché de profil postopératoire.

définitive. Les instrumentations modernes ont permis de simplifier les suites opératoires. Les patients peuvent être levés précocement sans immobilisation postopératoire.

#### Instrumentations antérieures

Les instrumentations antérieures dans la chirurgie de la scoliose sont utilisées depuis l'apparition du matériel de Dwyer. Actuellement,

elles utilisent une tige rigide pour la réduction, qui peut se faire en associant une rotation de la tige et une compression entre les différents niveaux vertébraux instrumentés. Cette technique est particulièrement indiquée pour les scolioses thoracolombaires où elle a l'avantage de bien corriger un déséquilibre frontal et de sauvegarder des niveaux lombaires en réalisant des montages plus courts qu'une instrumentation postérieure. Son principal inconvénient est le risque d'aggraver la cyphose lors de la réduction [7].

### Instrumentations postérieures

Elles sont majoritairement utilisées. Elles ont permis à la chirurgie des déformations rachidiennes de faire d'énormes progrès depuis l'utilisation de matériel à prise segmentaire. Elles permettent d'instrumenter la colonne vertébrale du rachis thoracique au bassin, de corriger la déformation dans le plan frontal et sagittal, et d'obtenir un montage solide.

La technique de réduction varie selon les instrumentations. Elle peut se faire par rotation de la tige dans le matériel de Cotrel Dubousset, par alignement des segments vertébraux dans le matériel Colorado de Roussouly, ou bien par cintrage in situ de la tige dans le matériel SCS de Steib. Nous ne rentrons pas dans le détail de ces différentes techniques qui réunissent chacune les avantages de la prise segmentaire. Le choix du chirurgien se fait en fonction de son expérience et de certaines particularités du matériel notamment pour les prises pelviennes solides, très utiles dans la chirurgie de la scoliose de l'adulte.

### ■ Interventions de greffe osseuse

Leur but est d'obtenir une fusion définitive du rachis sur la zone instrumentée. Les greffes sont constituées de greffons osseux autogènes prélevés sur le rachis (épineuse, articulaires, produits de décortication), les crêtes iliaques ou les côtes (gibbectomie). Elles sont positionnées après une préparation minutieuse des zones receveuses. Les allogreffes et substituts osseux peuvent être utilisés, mais plutôt mélangés aux autogreffes (greffes mixtes) que seuls.

### Grefe osseuse antérieure

Elle est effectuée après dissection étagée et avivement des plateaux vertébraux. Elle doit être assez volumineuse pour ne pas entraîner d'aggravation de la cyphose surtout au niveau lombaire. On peut utiliser des cages intersomatiques antérieures, qui permettent de maintenir un espace intervertébral en lordose.

### Grefe osseuse postérieure

Les greffons osseux sont positionnés en fin d'intervention après un avivement minutieux des arcs postérieurs vertébraux d'une transverse à l'autre.

Les greffes par voie postérieure peuvent être positionnées au niveau intersomatique avec l'utilisation de cage. Cette technique peut parfois être utile pour corriger une discopathie lombaire basse avec départ oblique.

## INDICATIONS CHIRURGICALES

Les indications chirurgicales dans la scoliose de l'adulte dépendent avant tout de l'âge du patient au moment du traitement chirurgical.

Les grandes périodes de la vie adulte sont pour nous au nombre de quatre (cf supra).

L'âge chronologique n'a qu'une valeur indicative. Le chirurgien en collaboration avec l'anesthésiste doit plutôt se référer, après le bilan préopératoire, à l'âge physiologique pour proposer la meilleure indication au patient.

Les trois premières phases ont été définies par Guillaumat [33]. Nous avons choisi de rajouter une dernière phase chez le grand adulte, où les problèmes d'indication sont fréquents et les possibilités chirurgicales réduites.

### ■ Adulte jeune de 20 à 30 ans

Les patients bénéficiant d'un traitement chirurgical à cet âge ont souvent été suivis à l'adolescence et traités orthopédiquement. Une évolution clinique et radiologique après l'arrêt du traitement orthopédique peut amener à proposer un traitement chirurgical, afin d'arrêter la progression des courbures. Parfois, la scoliose est découverte chez un adulte jeune où les possibilités de traitement orthopédique sont dépassées. Dans ces deux cas, les indications et techniques chirurgicales sont les mêmes que chez l'adolescent. Nous recommandons aux lecteurs de se reporter à l'article correspondant de l'Encyclopédie Médico-Chirurgicale.

Connaissant le risque prédominant d'aggravation des scolioses lombaires, la chirurgie par voie antérieure des scolioses T11 L3 est assez facilement proposée, et se fait le plus souvent par voie antérieure avec une correction qui s'obtient sans dépasser vers le bas L3 et en préservant les muscles paravertébraux.

### ■ Adulte vrai de 30 à 50 ans

#### Caractéristique générale des courbures

C'est le terrain de la scoliose idiopathique à l'âge adulte. Le phénomène rachidien qui caractérise le plus cette période est l'apparition d'une raideur. Les courbures scoliotiques sont beaucoup moins réductibles que chez l'adolescent. Le programme chirurgical est plus important, associant généralement deux temps opératoires. La raideur d'une courbure est appréciée lors du bilan préopératoire par l'examen clinique et la réalisation de *bending test*. Les courbures sont souples lorsque la réductibilité est supérieure à 50 % ; elles sont raides lorsque la réductibilité est inférieure à 30 %. La stratégie opératoire qui en découle en fonction de la topographie est un simple temps opératoire comme chez l'adolescent lorsque la courbure est souple, alors qu'un double temps (premier temps de libération de la courbure et deuxième temps de réduction, greffe osseuse et instrumentation) est nécessaire pour obtenir un résultat satisfaisant lorsque la courbure est raide.

#### Signes fonctionnels associés à la scoliose durant cette période de 30 à 50 ans

Cette période est aussi caractérisée par l'apparition de signes fonctionnels liés à la scoliose. La douleur rachidienne est la plus fréquente, viennent ensuite les problèmes esthétiques et les troubles respiratoires. D'une façon générale, l'indication opératoire est d'autant plus justifiée qu'on observe une aggravation clinique et radiologique, avec une charnière lombosacrée encore intacte qui n'est pas à instrumenter.

#### • Douleurs rachidiennes

C'est le signe fonctionnel le plus fréquent chez les adultes scoliotiques [44]. Comme dans le traitement de la lombalgie chronique, la polémique persiste sur l'efficacité de la chirurgie dans la prise en charge des douleurs rachidiennes des scoliotiques [76]. Les douleurs ont des origines multiples qui doivent être bien étudiées et sont souvent associées à d'autres signes qui peuvent amener à la chirurgie. L'amélioration des douleurs rachidiennes après traitement chirurgical des déformations scoliotiques est habituelle [32]. Néanmoins, nous restons très prudents pour porter une indication chirurgicale dans le cas de douleurs rachidiennes isolées. Le geste opératoire, pour espérer être efficace à long terme, doit prendre en compte toute la déformation rachidienne même si la douleur restait limitée à un segment précis.

C'est pourquoi nous pensons que cette indication doit rester exceptionnelle, chez des patients bien évalués, pour être à la hauteur de la demande initiale.

#### • Troubles esthétiques

Ils sont très fréquents. La demande esthétique des patients dans la prise en charge de leur déformation rachidienne devient de plus en plus importante, dans un environnement où l'apparence est très

importante pour la vie socioprofessionnelle et le bien-être. Les troubles esthétiques sont parfois dissimulés ou associés à des douleurs rachidiennes. L'interrogatoire et les scores fonctionnels permettent de redonner à chacun des signes fonctionnels leur part respective dans les plaintes des patientes.

Avec l'évolution des techniques d'anesthésie-réanimation et chirurgicales, une intervention à visée essentiellement esthétique est envisageable chez des patientes parfaitement bien conscientes du programme chirurgical, de ses suites et de ses complications.

Pour les courbures thoraciques ou thoracolombaires, un geste de gibbectomie peut être associé au traitement chirurgical de la scoliose. La résection de la partie saillante des côtes permet une diminution de la gibbosité et une meilleure symétrie thoracique<sup>[30]</sup>. Ce geste ne doit pas être proposé chez les patients avec un état respiratoire limité ou défaillant, sous peine de voir la fonction respiratoire s'aggraver.

#### • Troubles respiratoires

Les troubles respiratoires importants sont devenus de plus en plus rares avec la prise en charge thérapeutique précoce des scolioses thoraciques. L'insuffisance respiratoire survient surtout chez des patients avec des courbures thoraciques dépassant les 100°, associées à une lordose thoracique, des déformations importantes et une perte de souplesse de la cage thoracique<sup>[81]</sup>.

L'altération de la capacité vitale est plus précise que l'angle de Cobb pour prédire la survenue à long terme d'une insuffisance respiratoire<sup>[62]</sup>.

L'attitude chirurgicale chez les insuffisants respiratoires est de surveiller la fonction respiratoire, après mise en traction du patient à l'aide d'un halo crânien. Si elle s'améliore, une intervention de correction arthrodistale par voie postérieure est indiquée, sinon l'abstention chirurgicale est recommandée<sup>[33]</sup>.

### Indications en fonction des courbures scoliotiques

#### • Courbures thoraciques

La plupart d'entre elles sont actuellement traitées à l'adolescence. Les courbures thoraciques supérieures à 50° non traitées en fin de croissance évoluent à l'âge adulte. La demande thérapeutique est souvent accentuée avec l'apparition des signes fonctionnels décrits plus haut (douleur, demande esthétique).

Les courbures encore souples comprises entre 50 et 70° peuvent être traitées par un simple temps chirurgical postérieur de correction, fusion et instrumentation. Pour les courbures raides ou supérieures à 70°, nous préférons un double temps opératoire. Le premier temps repose sur une libération antérieure par dissection étagée, qui peut être réalisée soit par une thoracotomie conventionnelle soit par thoracoscopie qui apporte des avantages sur la douleur postopératoire, les séquelles esthétiques et l'accès au plan du disque pour effectuer la dissection<sup>[56]</sup>. Le second temps, postérieur, comporte une correction arthrodistale avec instrumentation segmentaire ; le rachis lombaire inférieur et la charnière lombosacrée sont le plus souvent laissés libres.

Lors de ce temps opératoire et si la fonction respiratoire n'est pas altérée, on peut effectuer une gibbectomie dont l'intérêt esthétique est certain. Sur certaines courbures importantes (> 90°) thoraciques raides et sans insuffisance respiratoire, la technique de résection vertébrale de Bradford<sup>[11]</sup> peut être utilisée dans le premier temps opératoire. Le second temps postérieur est identique à celui cité plus haut.

#### • Courbures thoracolombaires et lombaires

Peuvent être traitées chirurgicalement à cet âge les courbures scoliotiques dont le bilan préopératoire permet de planifier une intervention qui préserve la charnière lombosacrée. Si la fusion doit descendre sur le sacrum, il est préférable de différer l'intervention à la période d'âge adulte mûr du fait de son retentissement fonctionnel<sup>[71], [77]</sup>.

Les courbures T11 L3 sont très souvent symptomatiques et évolutives à l'âge adulte ; elles représentent durant cette période l'essentiel du traitement chirurgical.

Pour ces courbures (T11 L3) symptomatiques et évolutives encore souples et sans contre-courbure structuralisée, on peut proposer un traitement par voie antérieure unique par thoraco-phréno-lombotomie avec dissections étagées, greffe osseuse et instrumentation avec un matériel utilisant une tige rigide. Les cages intersomatiques peuvent être utilisées sur les deux ou trois derniers disques lombaires, afin d'éviter une perte de lordose importante. La limite inférieure de ce type de montage se situe sur les vertèbres L3 ou L4. Il est capital d'obtenir en postopératoire un disque lombaire sous-jacent au montage horizontal afin d'éviter une évolution dégénérative<sup>[89]</sup>.

Pour ces mêmes courbures raides sur les *bendings test* et/ou avec une contre-courbure thoracique structuralisée, nous préférons un double temps opératoire. Le premier temps de libération antérieure par thoraco-phréno-lombotomie comporte des dissections étagées (cinq à six niveaux) de part et d'autre du sommet de la courbure. Le second temps opératoire de réduction-arthrodèse et instrumentation est étendu de la région thoracique haute à la région lombaire basse (L4), laissant libre la charnière lombosacrée. Si le disque L4 L5 est incliné ou dégénéré, l'instrumentation doit s'étendre jusqu'en L5 en laissant libre le disque L5 S1. Vers le haut, si la colonne thoracique est en cyphose, il est préférable de l'inclure dans l'instrumentation pour éviter tout déséquilibre antérieur qui s'aggraverait dans le temps.

#### • Doubles courbures scoliotiques

Elles sont souvent bien tolérées à cette période de la vie adulte, car elles restent globalement équilibrées et entraînent peu de signes fonctionnels. L'évolution se fait souvent à la période suivante au niveau de la courbure lombaire.

### ■ Adulte mûr de 50-65 ans

#### Caractéristique générale des courbures

L'évolution des courbures idiopathiques à cette période se fait vers l'aggravation de signes dégénératifs, présents surtout à la colonne lombaire, et sur l'apparition d'une ostéoporose postménopausique qui va changer les conditions locales.

À côté de l'évolution des courbures idiopathiques, sont apparues à l'âge adulte mûr les scolioses lombaires dégénératives ou arthrogéniques qui vont être à l'origine de signes invalidants notamment douloureux, qui vont nécessiter un traitement chirurgical adapté à la scoliose et à la période physiologique du patient.

#### Signes fonctionnels associés à cette période

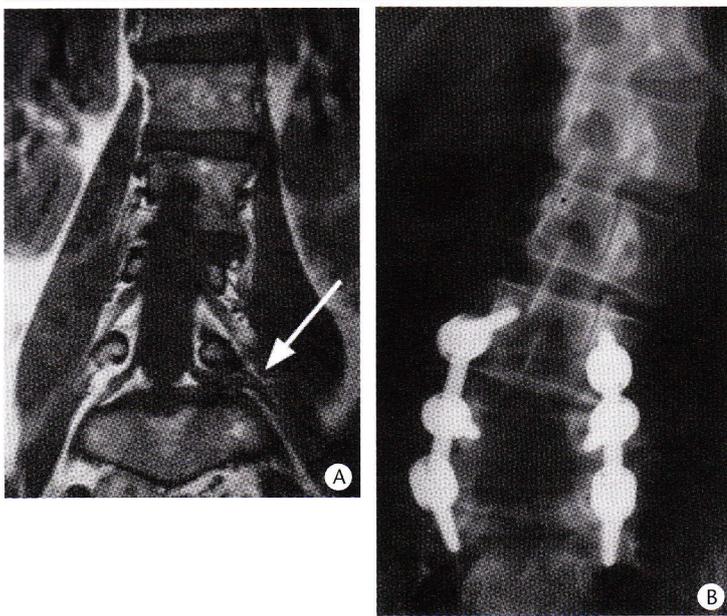
##### • Douleurs

En plus des douleurs rachidiennes rencontrées à la période précédente, apparaissent à cette étape de la vie des radiculalgies dans les membres inférieurs (sténose foraminale dans les concavités des courbures et par rétrécissement du canal central). Là aussi la polémique reste entière sur les indications chirurgicales. Certains auteurs défendent la correction chirurgicale de la courbure pour décompresser les racines et corriger les sténoses canalaires ; d'autres, dont nous faisons partie, proposent une décompression chirurgicale endocanalaire ou foraminale associée au traitement classique de la scoliose.

Parfois, la radiculalgie représente la gêne fonctionnelle principale avec une bonne tolérance de la déformation. Dans ces conditions, une intervention chirurgicale de décompression avec arthrodistale instrumentée réalisée au niveau sténosé peut être proposée, sans traiter chirurgicalement la déformation scoliotique. C'est la chirurgie localisée, qui n'a qu'un but neurologique (fig 14). Plus rarement chez un patient pouvant le supporter on propose une chirurgie plus complète de la déformation (fig 15).

##### • Troubles de l'équilibre rachidien

L'équilibre global du rachis dans une courbure scoliotique est fondamental pour son évolution. L'aggravation d'un déséquilibre



14 Chirurgie localisée de décompression-arthrodèse.  
A. Imagerie par résonance magnétique de face montrant la compression prédominante L5 S1 gauche (flèche).  
B. Contrôle postopératoire.

est un tournant évolutif important. De plus, les troubles de l'équilibre rachidien sont souvent à l'origine d'une augmentation des douleurs et du préjudice esthétique.

La correction chirurgicale d'une évolution en cyphose d'une courbure lombaire ou d'un déséquilibre repose avant tout sur un temps chirurgical postérieur de réduction du déséquilibre, avec arthrodèse et instrumentation étendue de la partie supérieure

du rachis thoracique jusqu'au sacrum. En fonction de l'état général du patient, un temps opératoire de courte libération antérieure et greffe osseuse, ou de greffe osseuse antérieure seule après réduction postérieure, peut se discuter. Nous restons prudents pour proposer des doubles temps opératoires à ces patients.

#### Indication en fonction des courbures

À cette période, l'évolution et les problèmes chirurgicaux intéressent surtout les courbures lombaires. Les compressions radiculaires et la présence de contre-courbure lombosacrée structuralisée imposent dans la plupart des cas de descendre l'arthrodèse jusqu'au sacrum. Les programmes chirurgicaux lourds (doubles temps opératoires) deviennent risqués chez ces patients fragiles. Le temps opératoire postérieur unique répond à toutes ces exigences. La libération postérieure devient un temps opératoire important, avec résection des articulaires et parfois des ostéotomies des arcs postérieurs vertébraux. Une décompression radiculaire peut être associée si nécessaire. La correction chirurgicale des courbures doit se concentrer sur l'obtention d'un bon équilibre global et d'une amélioration de la lordose lombaire. L'instrumentation doit être effectuée avec un matériel permettant une prise sacrée ou sacro-iliaque solide si nécessaire [38, 41].

#### ■ Grand adulte (au-delà de 70 ans)

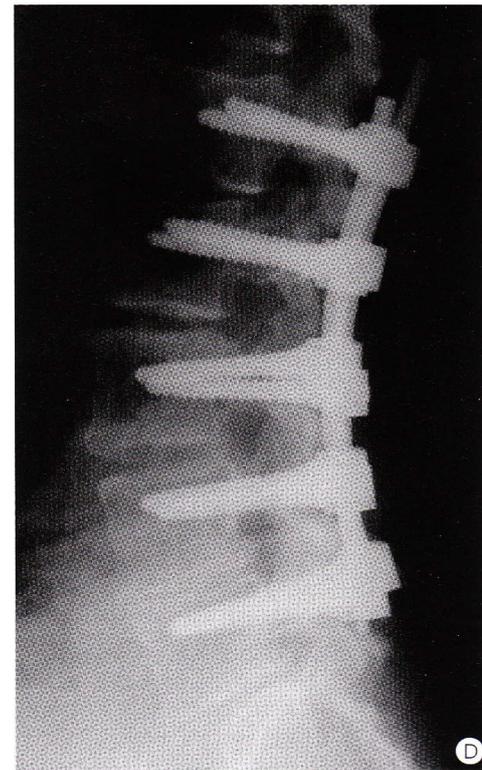
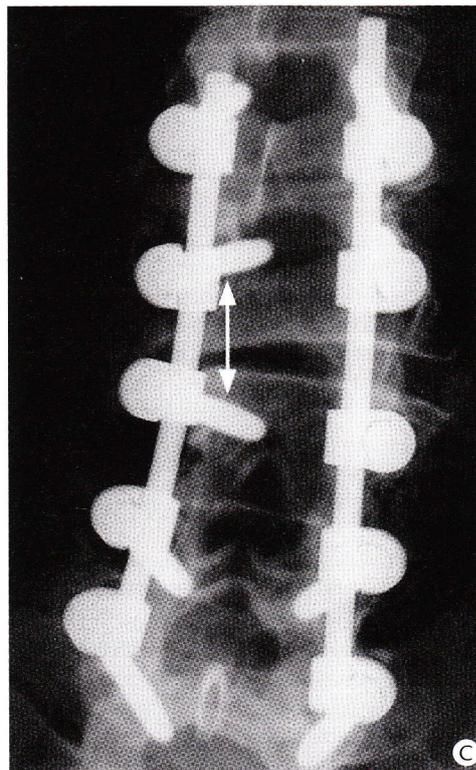
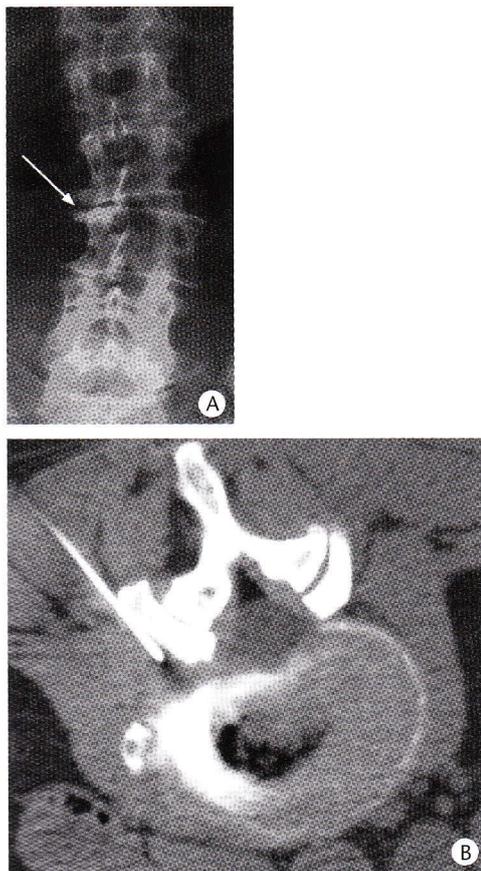
##### Caractéristique générale des courbures

Avec l'évolution ultime des scolioses idiopathiques et dégénératives sont apparues des déformations rachidiennes spécifiques en « chandelier ou candelabre », entraînant des déséquilibres majeurs du tronc dans un contexte de vieillissement neuromusculaire.

##### Indications en fonction des signes fonctionnels

###### • Radiculalgies

Les radiculalgies rebelles au traitement conservateur sont souvent à l'origine de l'indication chirurgicale. Elles sont traitées par un



15 Chirurgie complète de décompression-arthrodèse.  
A. Cliché de face d'une scoliose dégénérative compliquée d'une cruralgie droite par fermeture du foramen L2 L3 droit (flèche).  
B. Test d'infiltration sous scanner en L2 L3 droit.  
C. Contrôle postopératoire de face. La flèche représente la distraction foraminale L2 L3.  
D. Contrôle postopératoire de profil.

intervention par voie postérieure pour privilégier les gestes de décompression. Une arthrodèse instrumentée est souvent associée, mais n'est pas obligatoire si l'état général du patient est très diminué [29].

#### • Troubles de l'équilibre

Pour les déformations en candélabre, la correction des troubles de l'équilibre dans les plans frontal et sagittal est à l'origine de l'indication chirurgicale. La chirurgie par voie postérieure unique est proposée aux patients ayant un état général encore satisfaisant. Une arthrodèse instrumentée longue étendue du bassin au rachis thoracique supérieur est effectuée. Des gestes de libération postérieure (arthrectomie, ostéotomie des arcs postérieurs), de greffes intersomatiques par voie postérieure (cage intersomatique pour discopathie oblique lombaire inférieure), de décompressions radiculaires peuvent être associées. Chez ces patients, il faut se réserver la possibilité d'utiliser en postopératoire un traitement orthopédique par corset, afin de contrôler au mieux les troubles de l'équilibre.

### RÉSULTAT DE LA CHIRURGIE DE LA SCOLIOSE CHEZ L'ADULTE

Lorsque l'objectif d'arthrodéser la colonne vertébrale en respectant un bon équilibre dans le plan frontal et sagittal est obtenu, le résultat est habituellement excellent. Pour Bradford [10], la correction de la courbure est dépendante des caractéristiques initiales de la scoliose, et des moyens utilisés pour la réduire ; elle est généralement comprise entre 30 et 60 %. La reprise des activités se fait après 6 mois à 1 an.

Plus que le résultat radiologique, c'est le résultat fonctionnel qui est intéressant pour les patients. Dans l'étude de Simmons [75] où la douleur est étudiée selon plusieurs stades, le résultat chirurgical sur les déformations douloureuses de 49 patients dont 40 scolioses idiopathiques donne un taux de succès de 90 %.

L'état fonctionnel des patients et l'amélioration de leur qualité de vie sont très significativement améliorés en postopératoire par rapport à leur état antérieur [39] ou par rapport au patient non opéré [23].

Des études récentes utilisent des scores afin d'évaluer au mieux le résultat chirurgical.

Le score MOS SF 36 a été appliqué par Albert [11] à 55 scoliotiques en pré- et postopératoire avec un suivi de 2 ans. La fonction physique, la fonction sociale, la douleur et la perception de la santé sont les éléments les plus modifiés par la chirurgie. Il n'y a pas de différence significative selon que le sujet a plus ou moins de 40 ans, selon le niveau inférieur (en L4 ou L5) de l'arthrodèse, selon la présence ou non de complications postopératoires ; ces dernières conclusions font penser que ce score est peu spécifique et trop générique.

Haheer [36] a évalué avec le score de la Scoliosis Research Society (SRS) 244 patients comparés à un groupe d'étudiants en école supérieure non scoliotiques. Il existe un lien étroit entre le degré de satisfaction et l'amélioration de la douleur, ainsi que l'amélioration de l'image de soi. Soixante quatorze pour cent des patients sont satisfaits de la chirurgie, 16 % se disent indifférents et 4 % non satisfaits. La chirurgie serait à nouveau acceptée par 84 % des scoliotiques opérés.

Plus récemment, White [90] a appliqué ce score de la SRS à 121 adolescents opérés par voie postérieure. En préopératoire, les filles décrivent une meilleure fonction et une meilleure image de soi que les garçons. L'image de soi dépend du type anatomique de la scoliose. Les scolioses des types 3 et 4 de King font apparaître la plus mauvaise image de soi, puisqu'il s'agit de simples courbures parfois déséquilibrantes. En postopératoire, il n'y a pas de lien entre le degré de satisfaction et la gravité de la lésion préopératoire, le pourcentage de corrections et la présence ou non de complications. L'auteur conclut en estimant que cet outil est encore à évaluer, notamment chez l'adulte, et peut-être à modifier.

### COMPLICATIONS DE LA CHIRURGIE DE LA SCOLIOSE CHEZ L'ADULTE

La chirurgie de la scoliose chez l'adulte comporte souvent des programmes chirurgicaux lourds avec un risque de complications supérieur à celui des adolescents. Ce risque varie entre 20 et 40 % des cas [76] et peut aller jusqu'au décès du patient.

Actuellement, les patients doivent être parfaitement informés des risques de cette chirurgie, et leur totale adhésion au programme opératoire est indispensable [21]. Les progrès de l'anesthésie-réanimation et une meilleure planification des actes opératoires ont permis de réduire les complications. Les doubles temps opératoires sont fréquemment proposés. Plusieurs études ont montré l'intérêt d'effectuer ces deux temps opératoires le même jour lors de la même anesthésie, afin de diminuer les complications postopératoires, le séjour hospitalier, et le coût [22, 73]. Nous recommandons cette attitude.

Les pertes sanguines peropératoires peuvent être importantes dans la chirurgie de la scoliose, surtout si plusieurs temps opératoires sont prévus (chirurgies antérieure et postérieure, gibbectomie). Leur prévention repose sur le dépistage et le traitement d'une anémie préopératoire, sur les programmes d'autotransfusion différés et sur la récupération sanguine peropératoire par l'aspiration chirurgicale. Parfois le recours à une transfusion est nécessaire, le patient est toujours informé de cette éventualité.

Les complications neurologiques sont présentes chez environ 1 % des patients. Elles sont habituellement immédiates, mais peuvent parfois être retardées de quelques heures ou jours [80]. Leurs mécanismes peuvent être traumatiques (ostéosynthèse, distraction médullaire), compressifs (hématome extradural, sténose canalaire) ou ischémiques. Les risques sont augmentés lorsque deux temps opératoires sont associés, lorsqu'il existe une courbure rigide ou une cyphose importante [12]. Leur prévention repose sur le test du réveil sur table de Stagnara, ou mieux sur la surveillance électrique peropératoire (potentiels évoqués somesthésiques et potentiels moteurs).

Les complications thromboemboliques après chirurgie rachidienne sont favorisées par l'alitement, des temps opératoires prolongés et la dissection des gros vaisseaux lors des abordages antérieurs [92].

Leur fréquence est particulièrement élevée chez les patients traités par double temps opératoire (6 %) [19]. Leur prévention repose sur le port de bas de contention élastiques, un lever précoce et l'utilisation du traitement anticoagulant (HBPM).

Les complications infectieuses après chirurgie rachidienne postérieure instrumentée sont variables selon l'importance du geste opératoire et l'état général des patients [87]. Le risque est moins important pour la chirurgie antérieure isolée. Dans la plupart des cas, un traitement par lavage chirurgical associé à une antibiothérapie prolongée permet de laisser le matériel en place. La prévention repose sur l'amélioration de l'état général et nutritionnel des patients et sur l'antibioprophylaxie per- et postopératoire [67].

Les complications mécaniques et les pseudarthroses sont présentes dans 10 à 30 % des cas [23]. Elles varient en fonction de nombreux paramètres comme l'état général du patient (âge, ostéoporose), la stratégie opératoire (simple ou double temps opératoire), la technique et l'instrumentation utilisées (matériel d'ostéosynthèse à prise segmentaire) et les suites opératoires (présence d'infection). Les doubles temps opératoires apportent une nette amélioration dans le domaine, avec un risque de pseudarthrose très faible.

Les mobilisations de matériel d'ostéosynthèse et les pseudarthroses restent des complications souvent à l'origine de reprise chirurgicale.

La chirurgie de reprise des déformations rachidiennes ne semble pas responsable d'un taux de complications tardives supérieur à celui de la chirurgie primaire [2, 51].

Les douleurs résiduelles après chirurgie de la scoliose sont fréquentes et variables : 5 à 10 % d'après Bradford [10].

Une des causes principales de ces douleurs postopératoires est le dos plat postopératoire<sup>[51]</sup> : l'arthrodèse lombaire a été réalisée et obtenue sans lordose suffisante ; les principaux facteurs de cette hypolordose sont la scoliose elle-même qui aplatit la courbure sagittale, l'installation peropératoire qui elle aussi amène la région lombaire en position moins cambrée qu'en position debout, et enfin l'agression chirurgicale des muscles paravertébraux qui sont extenseurs et lordosants. Il faut prévenir ce dos plat en lordosant par l'ostéosynthèse au maximum, ce qui est obtenu plus facilement grâce aux prises pédiculaires et aux instrumentations modernes.

Si la fusion est obtenue en dos plat, le patient est déporté vers l'avant et doit, pour aligner sa tête au-dessus des têtes de fémur, rétroverser son bassin voire même parfois fléchir ses genoux. La correction chirurgicale impose une ablation de matériel et des

ostéotomies de soustraction postérieure soit corporeale soit étage. Des calculs préopératoires pour ramener le sujet dans la meilleure position sont possibles.

En conclusion sur le traitement chirurgical, rappelons qu'il faut bien connaître l'évolution naturelle souvent sévère pour les scolioses lombaires et thoracolombaires qui ont atteint 30 à 40°, et donc ne pas hésiter à proposer une chirurgie chez l'adulte jeune ou l'enraidissement ne s'est pas encore fait. Si la rachialgie est au premier plan, il faut être aussi sélectif que dans la lombalgie chronique. Si les radiculalgies sont prédominantes, on peut, dans certains cas, ne proposer qu'une chirurgie localisée de décompression-arthrodèse encadrant le segment sténosé. Enfin, la chirurgie de reprise notamment pour dos plat doit être prévenue grâce aux progrès de l'instrumentation ; si elle doit être réalisée, il faut faire des prévisions préopératoires très précises.

## Références

- [1] Albert TJ, Purtill J, Mesa J, McIntosh T, Balderston RA. Health outcome assessment before and after adult deformity surgery. A prospective study. *Spine* 1995 ; 20 : 2002-2004
- [2] Aota Y, Kumano K, Hirabayashi S. Post-fusion instability at the adjacent segments after rigid pedicle screw fixation for degenerative lumbar spinal disorders. *J Spinal Disord* 1995 ; 8 : 464-473
- [3] Arozullah HM, Daley J, Henderson WG, Khuri SF. Multifactorial risk index for predicting post-operative respiratory failure in men after major non cardiac surgery. *Ann Surg* 2000 ; 232 : 242-253
- [4] Beauchamp M, Labelle H, Grimard G, Stanciu C, Poitras B, Dansereau J. Diurnal variation of Cobb angle measurement in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1993 ; 18 : 1581-1583
- [5] Berger O, Dousset V, Delmer O, Pointillart V, Vital JM, Caille JM. Evaluation de l'efficacité des infiltrations foraminales de corticoïdes guidées sous tomodensitométrie dans le traitement des radiculalgies par conflit foraminaux. *J Radiol* 1999 ; 80 : 917-925
- [6] Bernard JM, Surlbled M, Lagarde D, Trennec A. Analgésie après chirurgie du rachis chez l'adulte et l'adolescent. *Cah Anesthésiol* 1995 ; 43 : 557-564
- [7] Betz RR, Shuffeberger H. Controversy in spine. Anterior versus posterior instrumentation for the correction of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 2001 ; 26 : 1095-1100
- [8] Biot B. Scolioses et grossesses. In : Hérisson C, Lopez S éd. Grossesse et appareil locomoteur. Collection de pathologie locomotrice et de médecine orthopédique n° 37. Paris : Masson, 1998 : 50-56
- [9] Biot B, Simon L. La scoliose lombaire idiopathique de l'adulte. Collection de pathologie locomotrice n° 19. Paris : Masson, 1990
- [10] Bradford DS, Tay BK, Hu SS. Adult scoliosis: surgical indications, operative management, complications, and outcomes. *Spine* 1999 ; 24 : 2617-2629
- [11] Bradford DS, Tribus CB. Vertebral column resection for the treatment of rigid coronal decompensation. *Spine* 1997 ; 22 : 1590-1599
- [12] Bridwell KH, Lenke LG, Baldus C, Blanke K. Major intraoperative neurologic deficits in pediatric and adult spinal deformity patients. Incidence and etiology at one institution. *Spine* 1995 ; 23 : 324-331
- [13] Bunnell WP. An objective criterion for scoliosis screening. *J Bone Joint Surg Am* 1984 ; 66 : 1381-1387
- [14] Catre MG. Anticoagulation in spinal surgery. A critical review of the literature. *Can J Surg* 1997 ; 40 : 413-419
- [15] Climent JM, Reig A, Sanchez J, Roda C. Construction and validation of a specific quality of life instrument for adolescents with spine deformities. *Spine* 1995 ; 20 : 2006-2011
- [16] Coste J, Leparic JM, Berge E, Delecoeuillerie G, Paolaggi JB. French validation of a disability rating scale for the evaluation of low back pain. *Rev Rhum Mal Ostéoartic* 1993 ; 60 : 335-341
- [17] Danielsson AJ, Nachemson AL. Radiologic findings and curve progression 22 years after treatment for adolescent idiopathic scoliosis. Comparison of brace and surgical treatment with matching control group of straight individuals. *Spine* 2001 ; 26 : 516-525
- [18] Danielsson AJ, Nachemson AL. Childbearing, curve progression and sexual function in women 22 years after treatment for adolescent idiopathic scoliosis. A case control study. *Spine* 2001 ; 26 : 1449-1456
- [19] Dearborn JT, Hu SS, Tribus CB, Bradford DS. Thromboembolic complications following major thoracolumbar spine surgery. *Spine* 1999 ; 24 : 1471-1476
- [20] Delorme S, Labelle H, Poitras B, Rivard CH, Coillard C, Dansereau J. Pre, intra and postoperative three dimensional evaluation of adolescent idiopathic scoliosis. *J Spinal Disord* 2000 ; 13 : 93-101
- [21] Deyo RA, Ciol MA, Cherkin DC, Loeser JD, Bigos SJ. Lumbar spinal fusion: a cohort study of complications, reoperation and resource use in the Medicare population. *Spine* 1993 ; 18 : 1463-1470
- [22] Dick J, Boachie-Adjei O, Wilson M. One-stage versus two-stage anterior and posterior spinal reconstruction in adults. Comparison of outcomes including nutritional status, complications rates, hospital costs, and other factors. *Spine* 1992 ; 17 : S310-S316
- [23] Dickson JH, Mirkovic S, Noble PC, Nalty T, Erwin WD. Results of operative treatment of idiopathic scoliosis in adults. *J Bone Joint Surg Am* 1995 ; 77 : 513-523
- [24] Duriez J. Évolution de la scoliose idiopathique chez l'adulte. *Acta Orthop Belg* 1967 ; 33 : 547-550
- [25] Duval Beaupère G, Schmidt C, Cosson P. A barycentrometric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position. *Ann Biomed Eng* 1992 ; 20 : 451-462
- [26] Eck KR, Bridwell KH, Ungacta FF, Riew KD, Lapp MA, Lenke LG et al. Complications and results of long adult deformity fusion down to L4 L5 and the sacrum. *Spine* 2001 ; 26 : E182-E192
- [27] Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry disability index. *Spine* 2000 ; 25 : 2940-2953
- [28] Forestier F, Claverie JP, Roger I, Fialon P, Janvier G. Existe-t-il une limite d'âge à la transfusion autologue ? Anesthésie du sujet âgé. In : JEPU. Anesthésie-Réanimation Pitié-Salpêtrière, Paris, 2000 : 251-256
- [29] Frazier DD, Lipson SJ, Fossel AH, Katz JN. Associations between spinal deformity and outcomes after decompression for spinal stenosis. *Spine* 1997 ; 22 : 2025-2029
- [30] Geissele AE, Ogilvie JW, Cohen N, Bradford DS. Thoracoplasty for treatment of rib prominence in thoracic scoliosis. *Spine* 1994 ; 19 : 1636-1642
- [31] Gelb DE, Lenke LG, Bridwell KH, Blanke K, McEnery KW. An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers. *Spine* 1995 ; 20 : 1351-1358
- [32] Grubb SA, Lipscomb HJ, Suh PB. Results of surgical treatment of painful adult scoliosis. *Spine* 1994 ; 19 : 1619-1627
- [33] Guillaumat M, Lebard JP, Khouri N, Tassin JL. Scoliose idiopathique à l'âge adulte. *Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur*, 15-874-B-10, 1991 : 1-7
- [34] Hadar H, Godtholm M, Heifetz M. Fatty replacement of lower paraspinal muscles normal and neuromuscular disorders. *AJR Am J Roentgenol* 1983 ; 141 : 895-898
- [35] Haheer TR, Gorup JM, Shin TM, Homer P, Merola A, Grogan DP et al. Results of the scoliosis research society instrument for evaluation of surgical outcome in adolescent idiopathic scoliosis. A multicenter study of 244 patients. *Spine* 1999 ; 24 : 1435-1440
- [36] Haheer TR, Merola A, Zipnick RI, Gorup J, Mannor Orchowski J. Meta-analysis of surgical outcome in adolescent idiopathic scoliosis: A 35 years English literature review of 11000 patients. *Spine* 1995 ; 20 : 1575-1584
- [37] Héraud LA. Électrophysiologie et syndrome du canal lombaire étroit. *Rev Chir Orthop* 1990 ; 76 (suppl 1) : 49-51
- [38] Horton WC, Holt RT, Muldowney DS. Controversy. Fusion of L5-S1 in adult scoliosis. *Spine* 1996 ; 21 : 2520-2522
- [39] Hu SS, Holly EA, Lele C, Averbach S, Kirstiansen J, Schiffman M et al. Patient outcomes after spinal reconstructive surgery in patients > 40 years of age. *J Spinal Disord* 1996 ; 9 : 460-469
- [40] Hurley MV, Rees J, Newman DJ. Quadriceps function, proprioceptive acuity and functional performance in healthy young, middle-aged and elderly subjects. *Age Ageing* 1995 ; 27 : 55-62
- [41] Islam NC, Wood KB, Transfeldt EE, Winter RB, Denis Lontein JE et al. Extension of fusions to the pelvis in idiopathic scoliosis. *Spine* 2001 ; 26 : 166-173
- [42] Ito M, Incorvaia KM, Yu SF, Fredrickson BE, Yuan HA, Rosbaum AE. Predictive signs of discogenic lumbar pain on magnetic resonance imaging with discography correlation. *Spine* 1998 ; 23 : 1252-1258
- [43] Itoi E. Roentgenographic analysis of posture in spine osteoporosis. *Spine* 1991 ; 16 : 750-756
- [44] Jackson RP, Simmons EH, Stripinis D. Incidence and severity of back pain in adult idiopathic scoliosis. *Spine* 1983 ; 8 : 749-756
- [45] Jackson RP, Simmons EH, Stripinis D. Coronal and sagittal plane spinal deformities correlating with back pain and pulmonary function in adult idiopathic scoliosis. *Spine* 1989 ; 14 : 1391-1397
- [46] Japanese orthopaedic association. Assessment of surgical treatment of low back pain (in Japanese). *J Jpn Orthop Assoc* 1986 ; 60 : 391-394
- [47] Jaremko JL, Poncet P, Ronsky J, Harder J, Dansereau J, Labelle H et al. Estimation of spinal deformity in scoliosis from torso surface cross sections. *Spine* 2001 ; 26 : 1583-1591
- [48] Karbowski K. The old and the new camptocormia. *Spine* 1999 ; 24 : 1494-1498
- [49] Korovessis P, Piperos G, Sidiropoulos P, Dimas A. Adult idiopathic lumbar scoliosis. A formula for prediction of progression and review of the literature. *Spine* 1994 ; 19 : 1926-1932
- [50] Kostuik JP, Bentivoglio J. The incidence of low-back pain in adult scoliosis. *Spine* 1981 ; 6 : 268-273
- [51] Lagrone MO, Bradford DS, Moe JH, Lonstein JE, Winter OG, Ogilvie JW. Treatment of symptomatic flatback after spinal fusion. *J Bone Joint Surg Am* 1988 ; 70 : 569-580
- [52] Lapp MA, Bridwell KN, Lenke LG, Riew KD, Linville DA, KR et al. Long-term complications in adult spinal deformity patients having combined surgery. A comparison of primary to revision patients. *Spine* 2001 ; 26 : 973-983

- [53] Lassale B, Bitan F, Bex M, Deburge M. Résultats fonctionnels et facteurs de pronostic dans le traitement chirurgical de la sténose lombaire dégénérative. *Rev Chir Orthop* 1988; 74 (suppl 2) : 85-88
- [54] Leplege A, Ecosse E, Verdier E, Perneger TV. The French SF 36 health survey translations, cultural adaptation and preliminary psychometric evaluation. *J Clin Epidemiol* 1998; 51 : 1013-1023
- [55] Mangione P, Sénégas J. L'équilibre rachidien dans le plan sagittal. *Rev Chir Orthop* 1997; 83 : 22-52
- [56] Mangione P, Vadier F, Sénégas J. Thoracoscopie versus thoracotomie en chirurgie rachidienne : comparaison de deux séries appariées. *Rev Chir Orthop* 1999; 85 : 574-580
- [57] McLean IP, Gillan MGC, Ross J, Aspden RM, Porter RW. A comparison of methods for measuring trunk list. A simple plumbline is the best. *Spine* 1996; 21 : 1667-1670
- [58] Milne JS, Lauder IJ. Age effects in kyphosis and lordosis in adults. *Ann Hum Biol* 1974; 1 : 327-337
- [59] Modic MT, Masaryk KT, Ross JS, Carter JR. Imaging of degenerative disc disease. *Radiology* 1988; 168 : 177-186
- [60] Nachemson A. A long-term follow-up study of non treated scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1968; 39 : 466-476
- [61] Payne WK 3<sup>rd</sup>, Ogilvie JW, Resnick MD, Kane RL, Transfeldt EE, Blum RW. Does scoliosis have a psychological impact and does gender make a difference? *Spine* 1997; 22 : 1380-1384
- [62] Pehrsson K, Bake B, Larsson S, Nachemson A. Lung function in adult idiopathic scoliosis: A 20 years follow up. *Thorax* 1991; 46 : 474-478
- [63] Perennou D, Marcelli C, Herisson C, Simon L. Adult lumbar scoliosis. Epidemiologic aspect in low-back pain population. *Spine* 1994; 19 : 123-128
- [64] Phillips SK, Rook KM, Bruce NC, Woledge RC. Muscle weakness in women occurs at an earlier age than in men, but strength is preserved by hormone replacement therapy. *Clin Sci* 1993; 84 : 95-98
- [65] Picault C. Indications thérapeutiques chez l'adulte. In : La scoliose idiopathique. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 24. Paris : Expansion Scientifique Française, 1986 : 141-148
- [66] Polly DW Jr, Sturm PF. Traction versus supine side bending. Which technique best determines curve flexibility? *Spine* 1998; 23 : 804-808
- [67] Polly DW, Meter JJ, Bruekner R, Asplund L, Van Dam DE. The effect of intraoperative blood loss on serum cefazolin level in patient undergoing instrumented spine fusion. A prospective, controlled study. *Spine* 1996; 21 : 2363-2367
- [68] Pritchett JN, Bortel DT. Degenerative symptomatic lumbar scoliosis. *Spine* 1993; 18 : 700-703
- [69] Robin GC, Span Y, Steinberg R, Makin M, Menczel J. Scoliosis in the elderly: a follow-up study. *Spine* 1982; 7 : 355-359
- [70] Salanova C, Dubouset JF, Moreno P, Boulou B. Instrumentation segmentaire dans la scoliose idiopathique. Rôle du cliché de face debout dans la détermination de la zone à fusionner. *Rev Chir Orthop* 2000; 86 : 441-451
- [71] Schlegel JD, Smith JA, Schleusener RL. Lumbar motion segment pathology adjacent to thoracolumbar, lumbar and lumbosacral fusions. *Spine* 1996; 21 : 970-981
- [72] Serratrice G. De la sénescence musculaire physiologique à la sénescence musculaire pathologique. *Bull Acad Natl Méd* 1983; 167 : 715-720
- [73] Shufflebarger HL, Grimm JO, Bui U, Thomson JD. Anterior and posterior spinal fusion. Staged versus one day surgery. *Spine* 1991; 16 : 930-933
- [74] Silcox DH, Daftari T, Boden SD, Schimandle JH, Hutton WC, Whitesides TE Jr. The effect of nicotine on spinal fusion. *Spine* 1995; 20 : 1549-1553
- [75] Simmons ED. Surgical treatment of patients with lumbar spinal stenosis associated scoliosis. *Clin Orthop* 2001; 384 : 45-53
- [76] Sponseller PD, Cohen RS, Nachemson A, Hall J, Wohl M. Result of surgical treatment of adults with idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1987; 69 : 667-75
- [77] Takahashi S, Delécrin J, Passuti N. Changes in the unfused lumbar spine in patients with idiopathic scoliosis. A 5 to 9 years assessment after Cotrel Dubouset instrumentation. *Spine* 1997; 22 : 517-524
- [78] Takemitsu Y, Harada Y, Iwahara T, Miyamoto H, Miyatake Y. Lumbar degenerative kyphosis. Clinical, radiological and epidemiological studies. *Spine* 1988; 13 : 1317-1326
- [79] Tassin JL, Defives T. Dislocations dégénératives des scolio-ses lombaires et thoracolumbaires adultes. In : Gastambide D éd. Instabilités vertébrales lombaires. Paris : Expansion Scientifique Française, 1995
- [80] Taylor BA, Webb PJ, Hetreed M, Mulukatla RD, Farrell J. Delayed postoperative paraplegia with hypertension in adult revision scoliosis surgery. *Spine* 1994; 19 : 470-474
- [81] Upadhyay SS, Mullaji AB, Luk KD, Leong JC. Relation of spinal and thoracic cage deformities and their flexibilities with altered pulmonary functions in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1995; 20 : 2415-2420
- [82] Vanderpool DW, James JJ, Wynne-Davies R. Scoliosis in the elderly. *J Bone Joint Surg Am* 1969; 51 : 446-455
- [83] Vaughan JJ, Winter RB, Lonstein JE. Comparison of the use of supine bending and traction radiographs in the selection of the fusion area in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1996; 21 : 2469-2473
- [84] Vital JM. Foramen intervertébral lombaire. Anatomie, explorations et pathologie. In : Cahier de conférences d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Editions Scientifiques et Médicales Elsevier, 2000
- [85] Voos K, Boachie-Adjei O, Rawlins BA. Multiple vertebral osteotomies in the treatment of rigid adult spine deformities. *Spine* 2001; 26 : 526-533
- [86] Walsh TR, Weinstein JN, Spratt KF, Lehmann TR, Aprill C, Sayre H. Lumbar discography in normal subjects. A controlled prospective study. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72 : 1081-1088
- [87] Weinstein MA, McCabe JP, Cammisia FP. Postoperative spinal wound infection: a review of 2391 consecutive index procedures. *J Spinal Disord* 2000; 13 : 422-426
- [88] Weinstein SL, Ponseti IV. Curve progression in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65 : 447-453
- [89] Weiss JC, Betz RR, Clements DH III, Balsara RK. Prevalence of perioperative complications after anterior spinal fusion for patients with idiopathic scoliosis. *J Spinal Disord* 1997; 10 : 371-375
- [90] White SF, Asher MA, Lai SM, Burton DC. Patients' perceptions of overall function, pain, and appearance after primary posterior instrumentation and fusion for idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24 : 1693-1700
- [91] Winter RB, Lonstein JE, Denis F. Pain patterns in adult scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1988; 19 : 339-345
- [92] Wood KB, Kos PB, Abnet JK, Ista C. Prevention of deep-vein thrombosis after major spinal surgery: a comparison study of external devices. *J Spinal Disord* 1997; 10 : 209-214