

Diagnostic radiographique de la fracture vertébrale ostéoporotique

SRO Rennes

Octobre 2023

Béatrice Bouvard

Fracture vertébrale

La plus fréquente des fractures ostéoporotiques

Étude CaMos, cohorte canadienne multicentrique de 6433 **personnes ≥ 50 ans** :

au moins une fracture vertébrale a été retrouvée chez

21,5% des hommes et 23,5% des femmes sur des radiographies latérales

La moitié des FV surviennent avec T-score > -2,5

Définition clinique ?

Peut être asymptomatique, découverte fortuite

- ostéoporotique vs traumatique ?
- ancienneté ?

Signes cliniques aspécifiques

Douleurs aiguës

Douleurs projetées ---(Rx rachis lombaire ET dorsal)

Cyphose dorsale accentuée, perte de taille > 4 cm

Une FV sur 4 est reconnue comme évènement clinique distinct

Douleur « mécanique », sans complication neurologique ni AEG

En cas de douleur : douleur régressive en 4 à 6 semaines sinon erreur diagnostique ou **refracture**

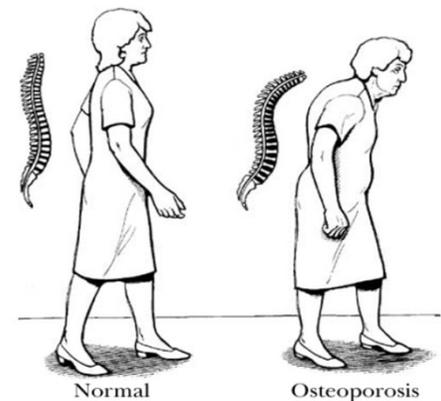
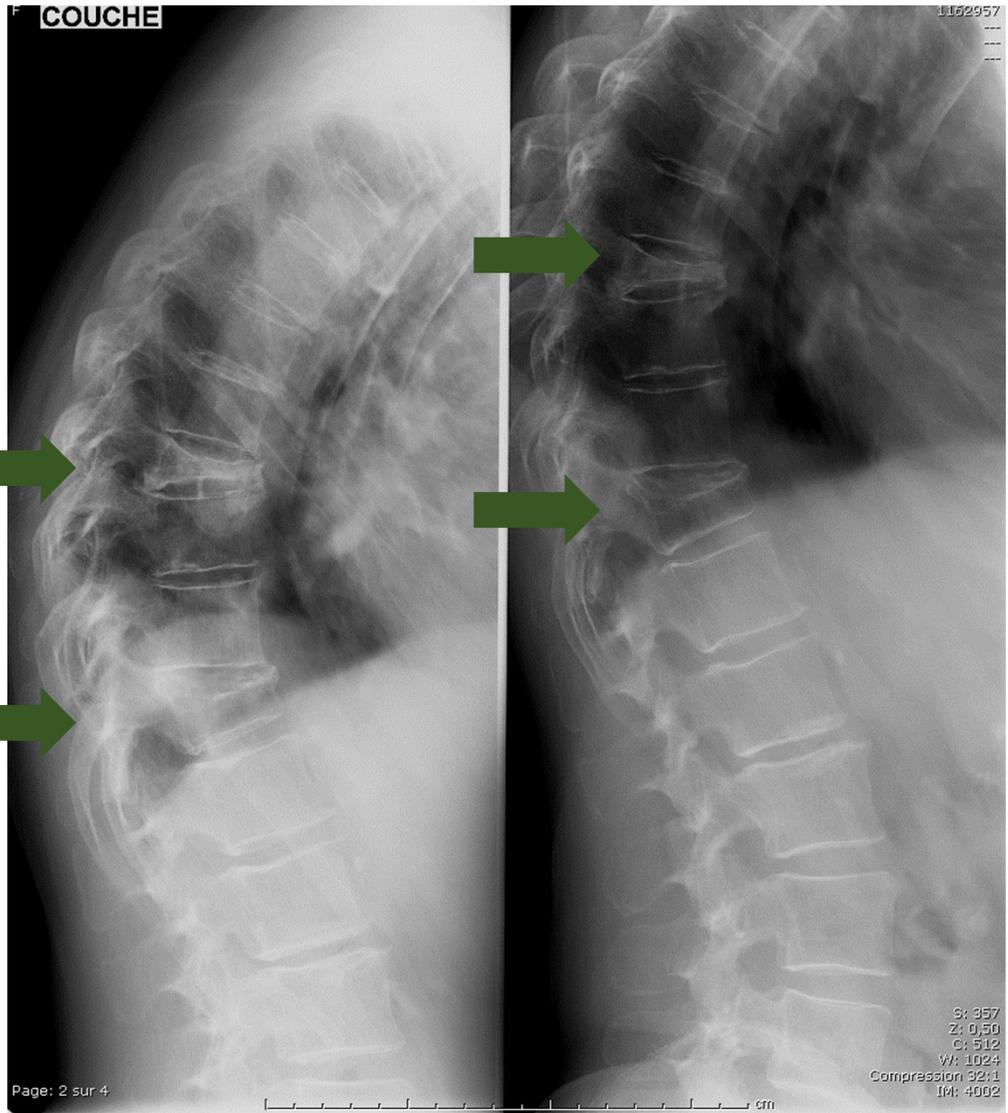


TABLE 1. Characteristics of patients at the index hospitalization by fracture type (analysis population: period January 1, 2009–December 31, 2014)

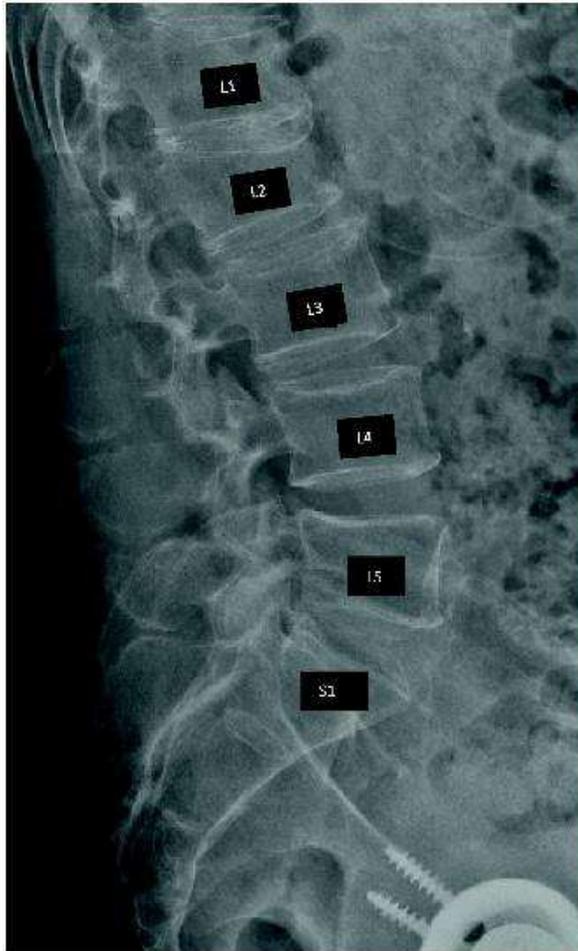
Characteristic	Hip	Vertebra	Pelvis	Multiple ribs	Proximal humerus	Total
Patients (% of total), <i>n</i> (%)	215,672 (60.4)	32,231 (9.0)	38,620 (10.8)	17,450 (4.9)	52,922 (14.8)	356,895 (100)
Fracture within 3 previous years, <i>n</i> (%)	9286 (4.3)	838 (2.6)	1725 (19.5)	448 (2.6)	1912 (3.4)	14,209 (4.0)
Age (years)						
Mean \pm SD	81.8 \pm 10.6	70.5 \pm 12.4	79.5 \pm 11.8	71.9 \pm 13.3	73.8 \pm 12.1	78.8 \pm 12.0
\leq 65 years, <i>n</i> (%)	20,623 (9.6)	12,042 (37.4)	5,779 (15.0)	6255 (35.8)	14,309 (27.0)	59,008 (16.5)
65–80 years, <i>n</i> (%)	47,470 (22.0)	10,859 (33.7)	9,243 (23.9)	4973 (28.5)	18,244 (34.5)	90,789 (25.4)
>80 years, <i>n</i> (%)	147,579 (68.4)	9,330 (28.9)	23,598 (61.1)	6222 (35.7)	20,369 (38.5)	207,098 (58.0)
Gender, <i>n</i> (% women)	167,431 (77.6)	19,221(59.6)	29,767 (77.1)	7626 (43.7)	41,713 (78.8)	265,758 (74.5)

Définition radiologique ?



Ce qui n'est pas une fracture vertébrale

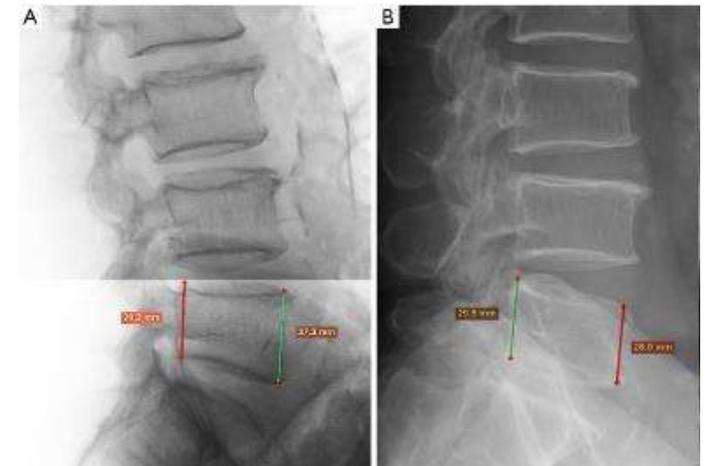
Aspect pseudo concave des plateaux vertébraux lorsque les rayons X ne sont pas tangents à la surface (scoliose)



Cunéiformisation physiologique des coins vertébraux

Les courbures normales du rachis font que les corps vertébraux sont cunéiformes antérieurs au rachis thoracique et cunéiformes postérieurs en lombaire bas

Le degré de cunéiformisation dépend de la courbure sagittale du rachis



Corps vertébral de petite hauteur (= short vertebral body height)

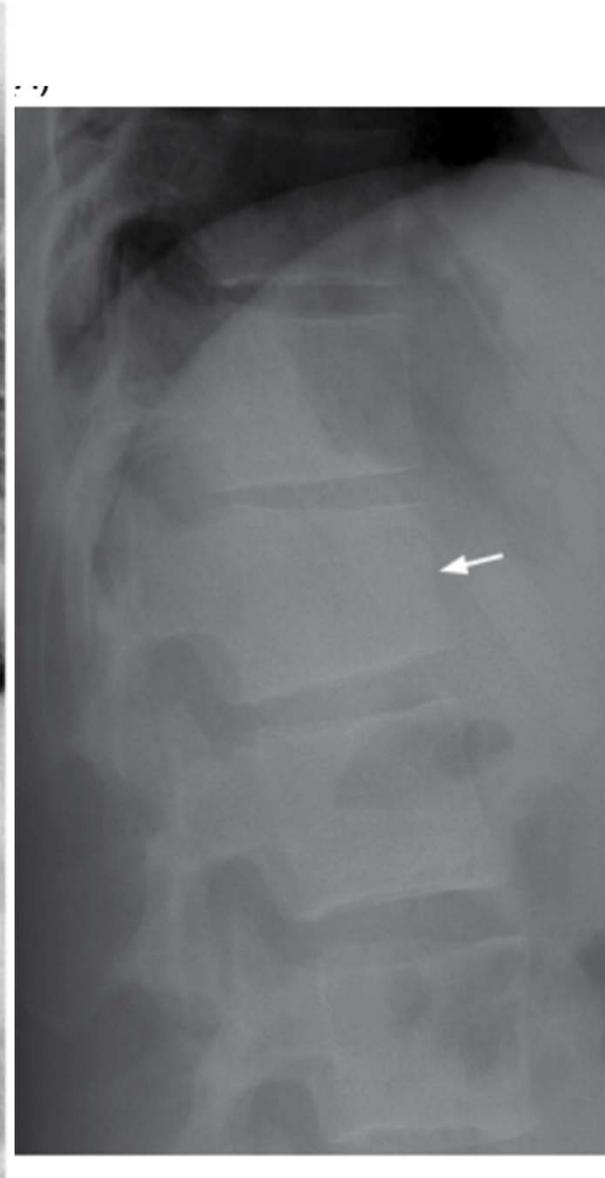
Variante de la normale, ou lié à l'âge et à l'arthrose

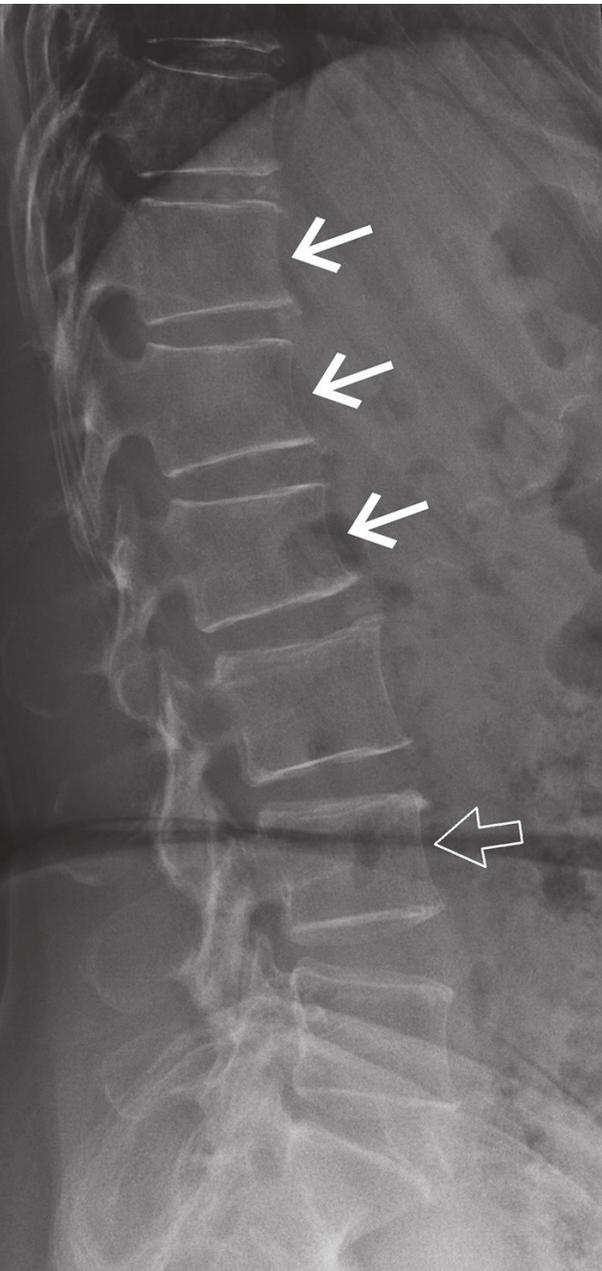
Entre 30 et 70 ans environ, la hauteur combinée antérieure des corps vertébraux, de T4 à L5, diminue d'environ 1,5 mm par an

les hauteurs combinées moyennes et postérieures diminuent d'environ 1,2 mm par an

La différenciation SVH vs fracture vertébrale légère est souvent difficile

La plupart des données suggèrent que le SVH isolé n'est pas associé à une faible DMO ou à une augmentation du risque de fracture vertébrale





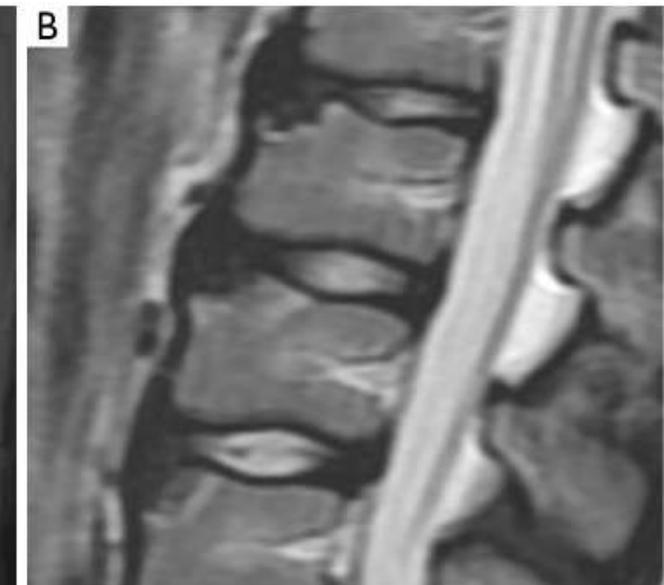
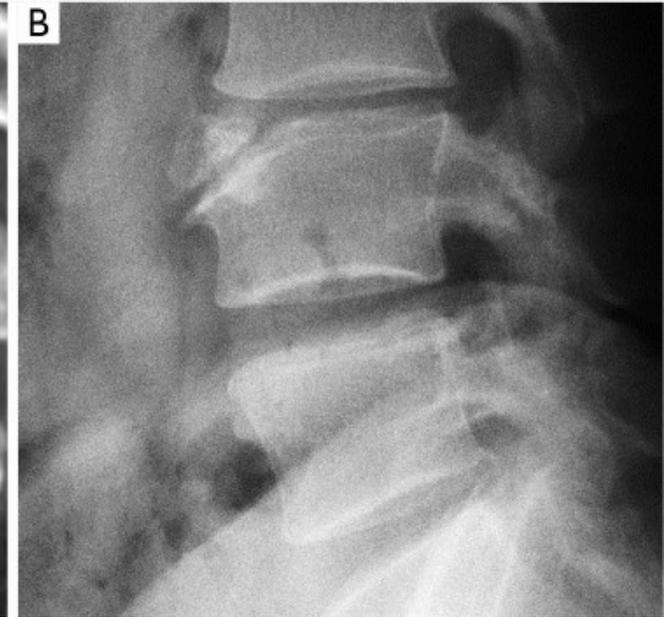
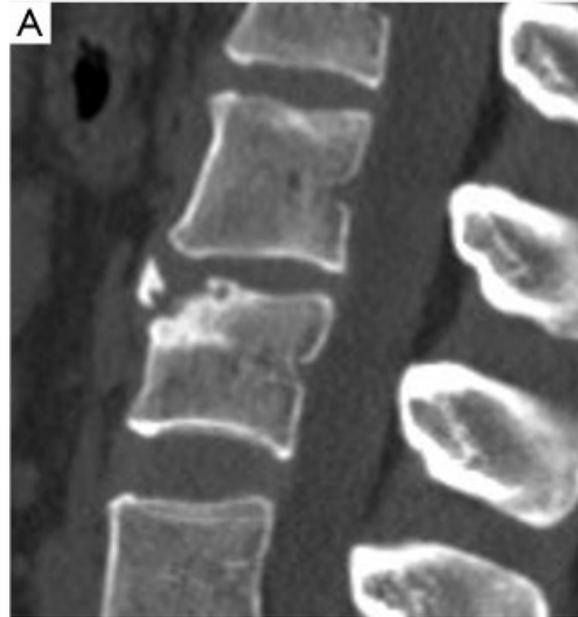
Maladie de Scheuermann

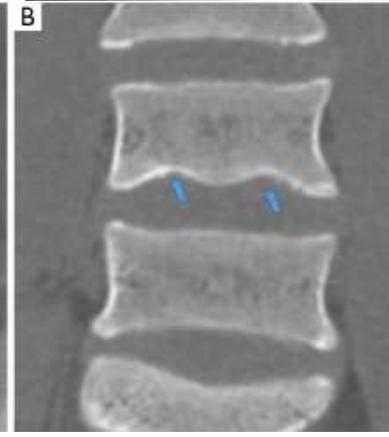
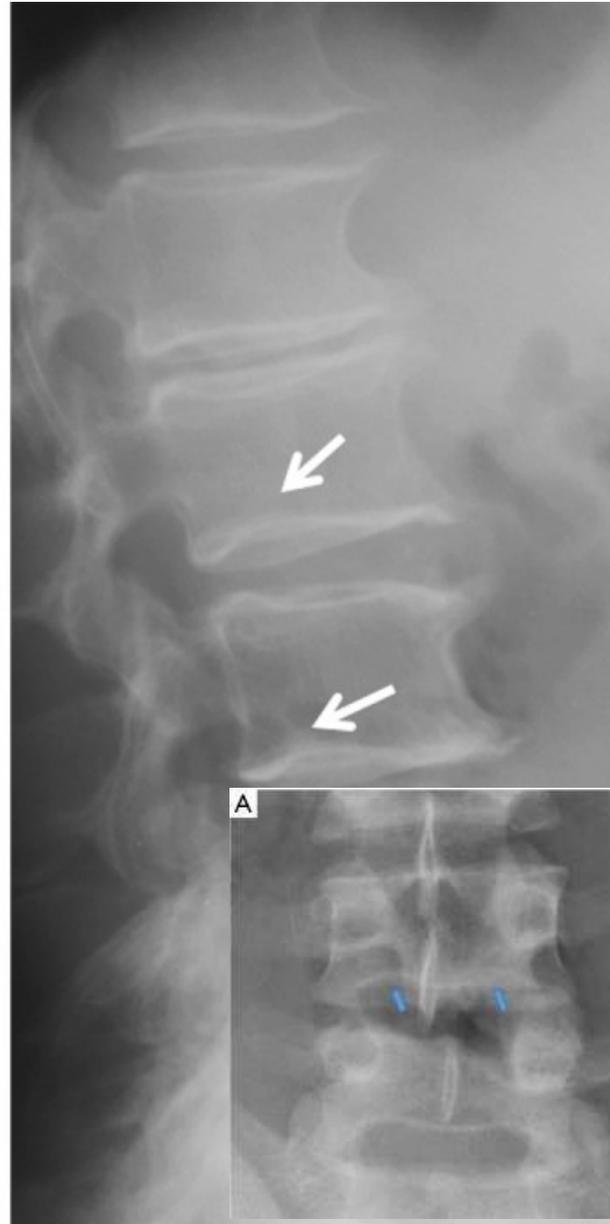
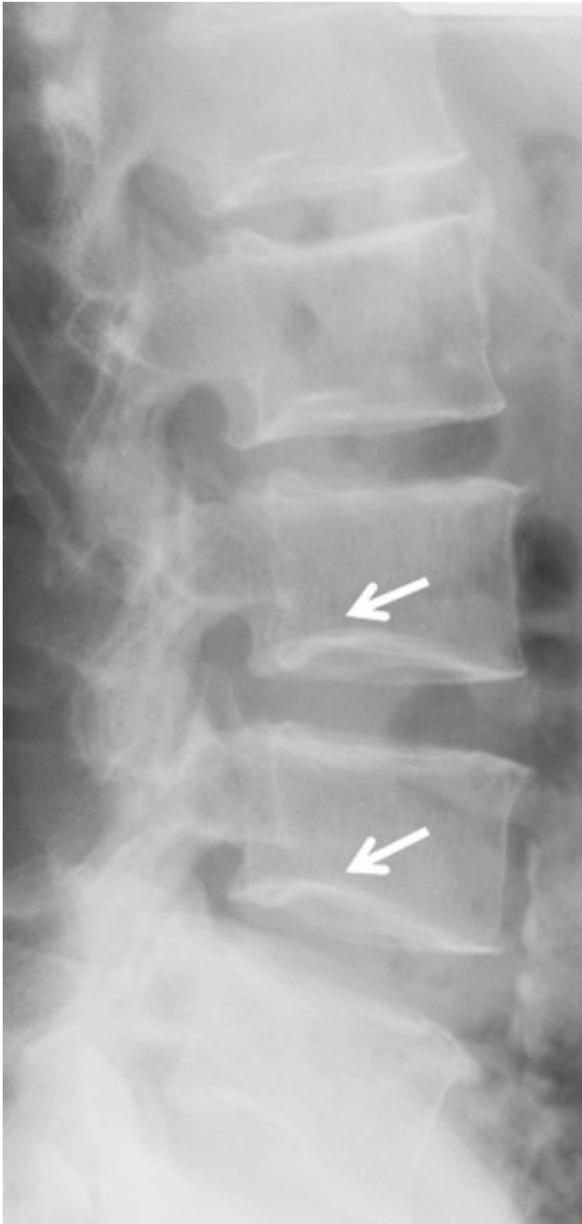




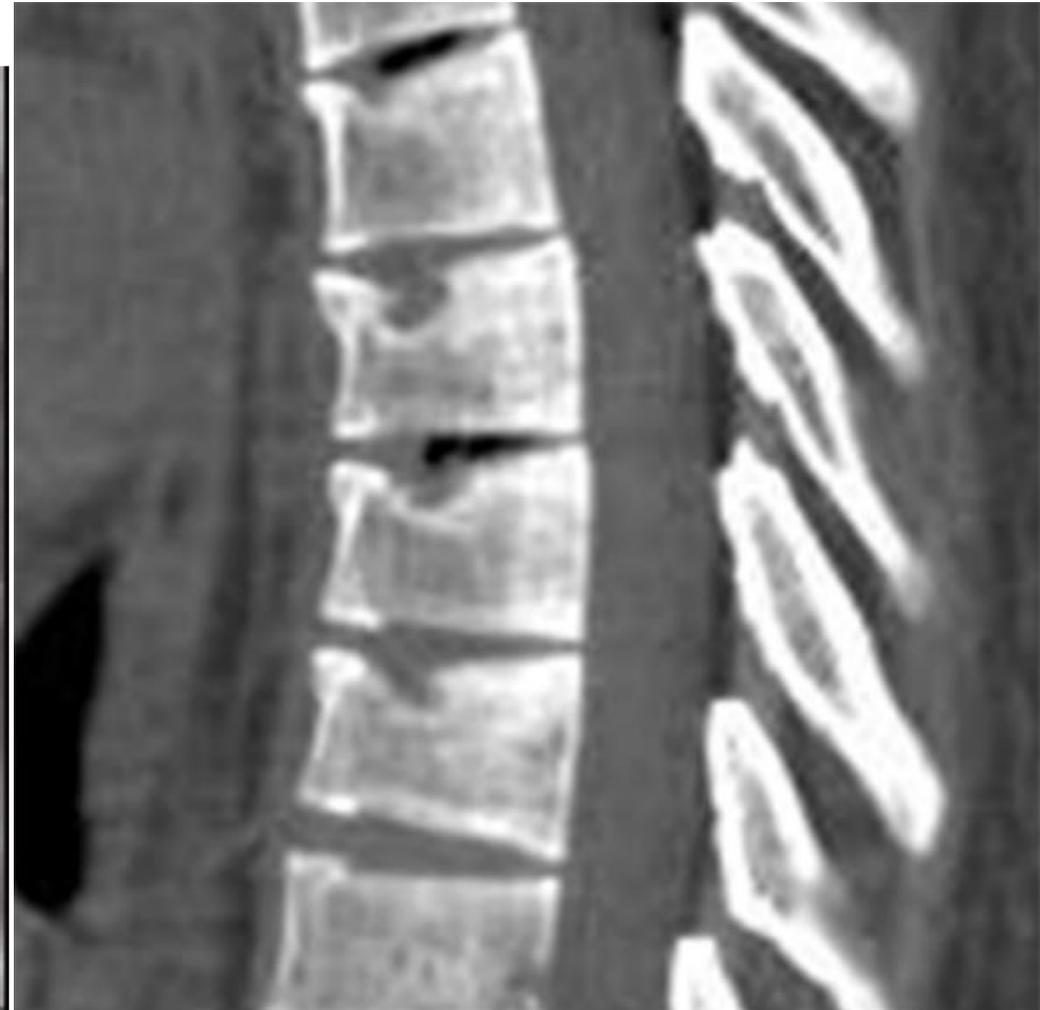
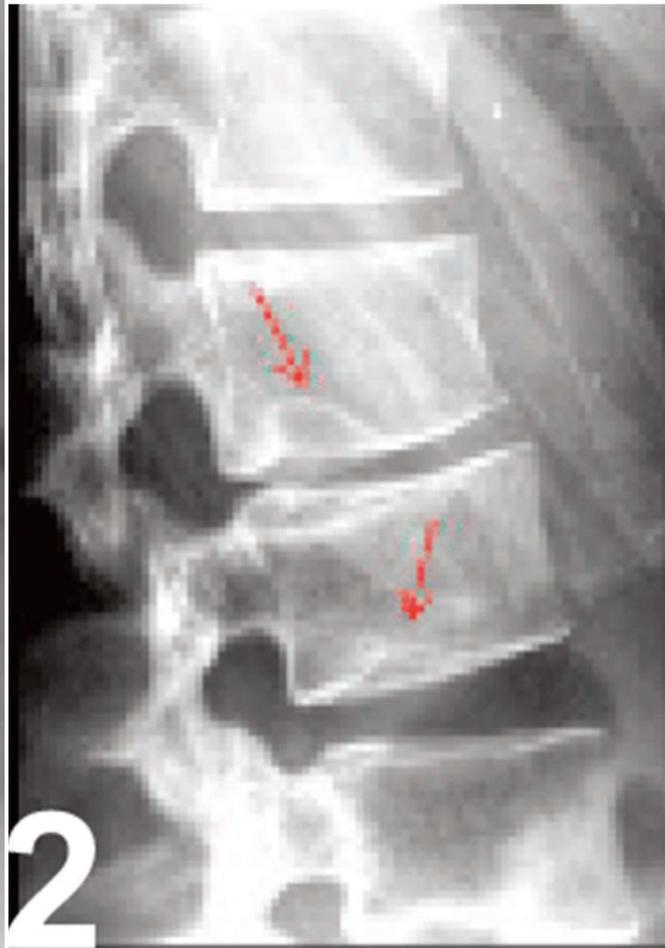


Vertèbres limbiques





Hernie intra-spongieuse



Hernie intra-spongieuse

Certaines études suggèrent que la HIS peut favoriser la survenue de FV ?

La raréfaction trabéculaire de l'os sous-chondral, éventuellement favorisée par la survenue d'une his par pression du nucléus, peut être à l'origine d'une FV segmentaire du corps vertébral donnant une image proche de la his

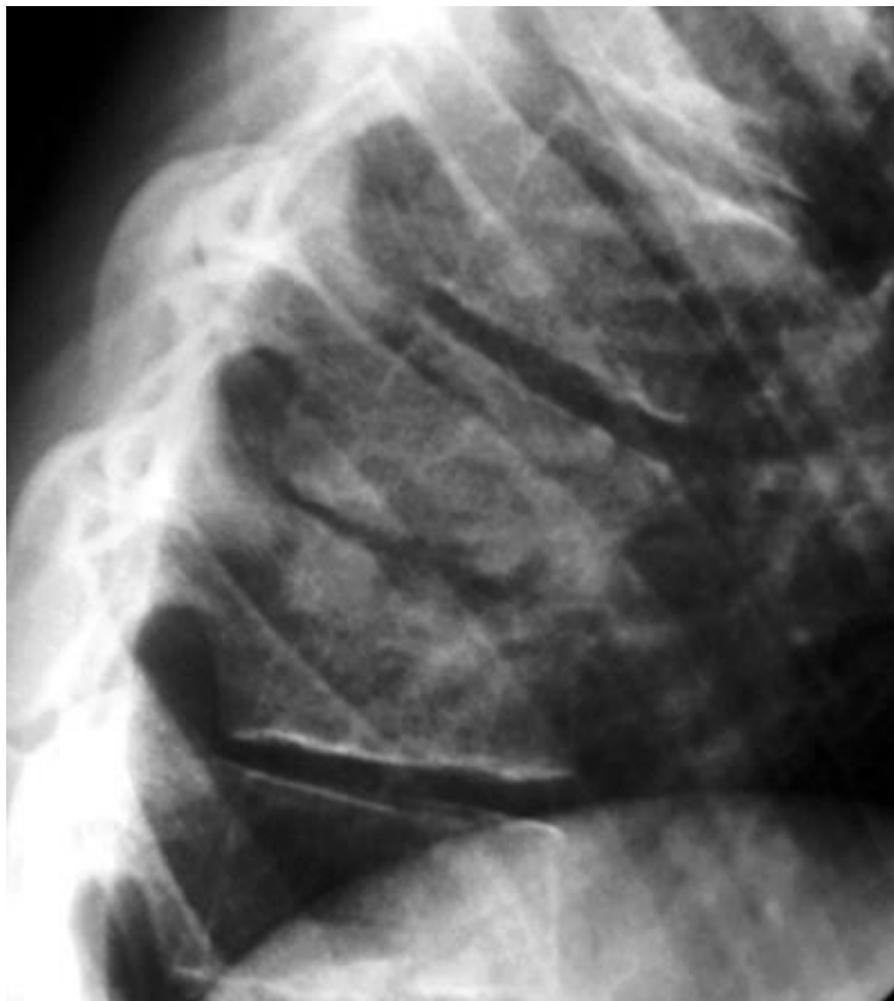


Achondroplasie

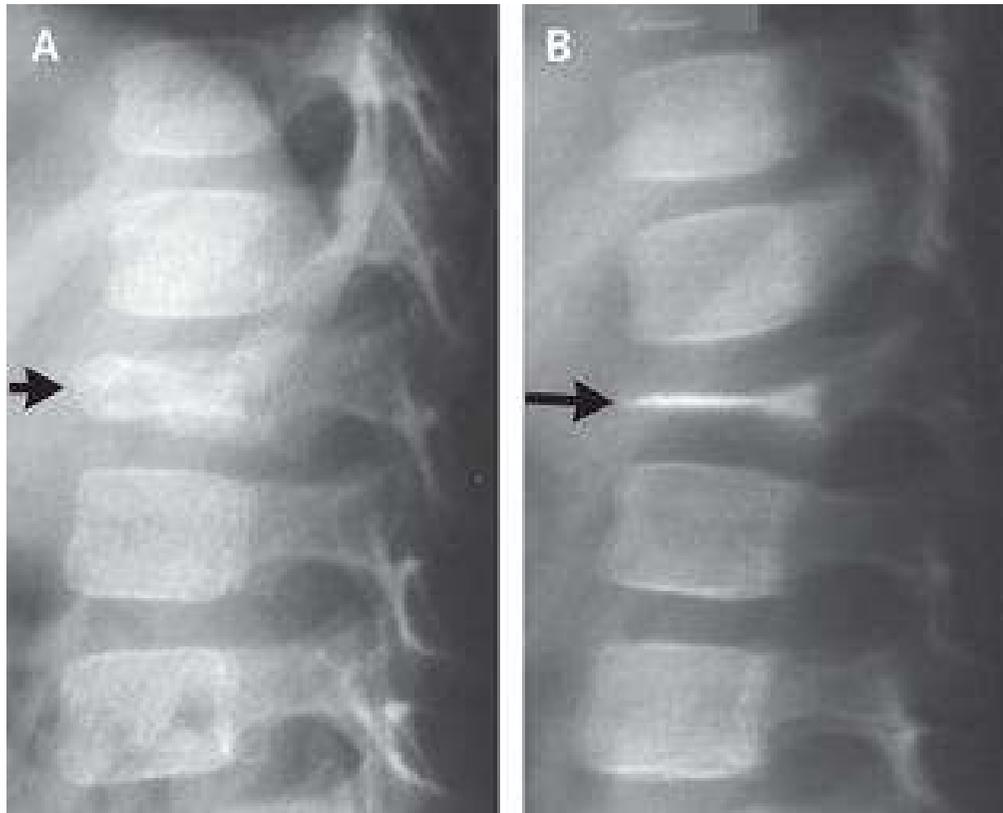
Forme la plus commune de nanisme



Spondylodiscite infectieuse



Vertebra plana



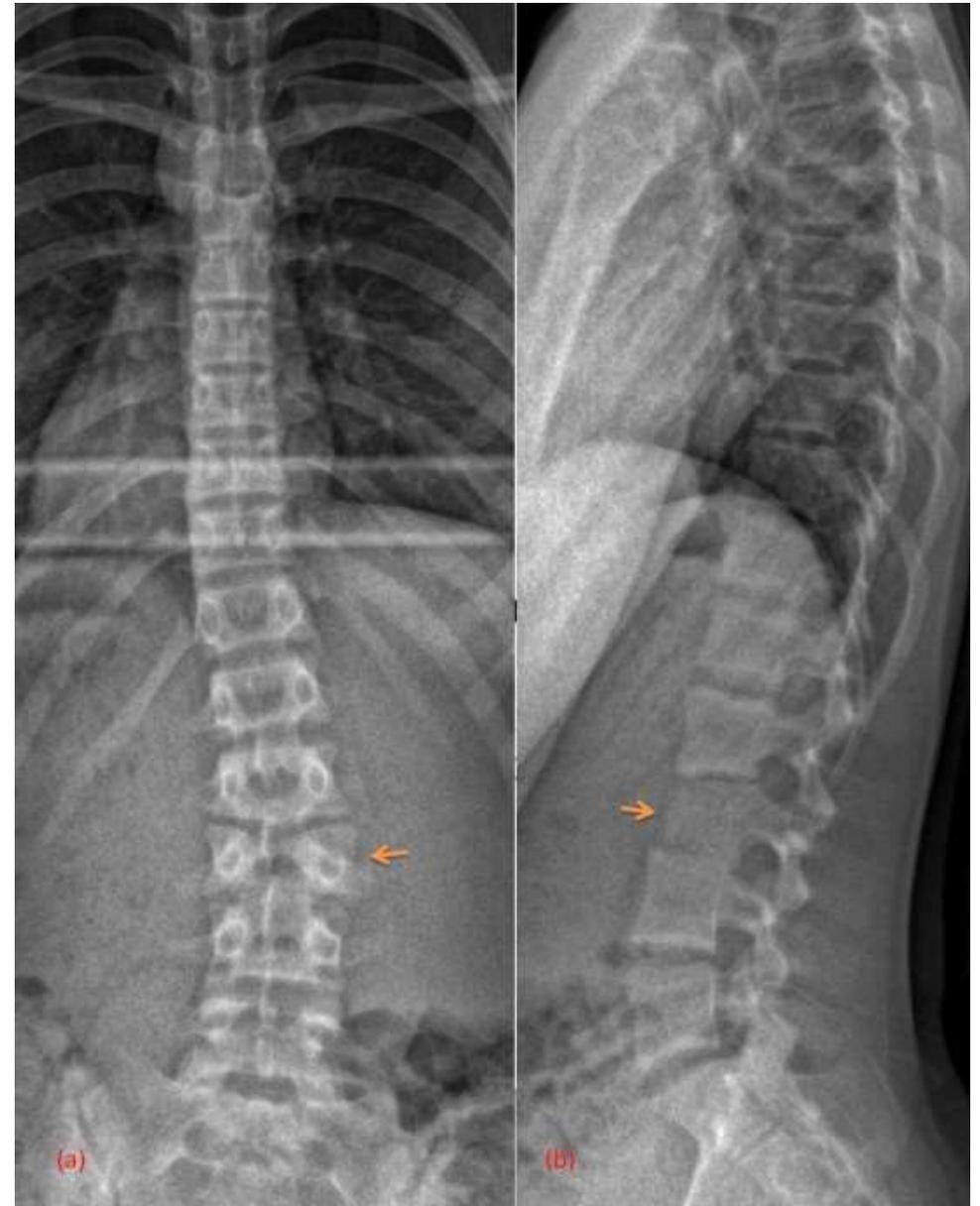
Granulome éosinophile osseux
Forme limitée de l'histiocytose X

Vertèbre papillon

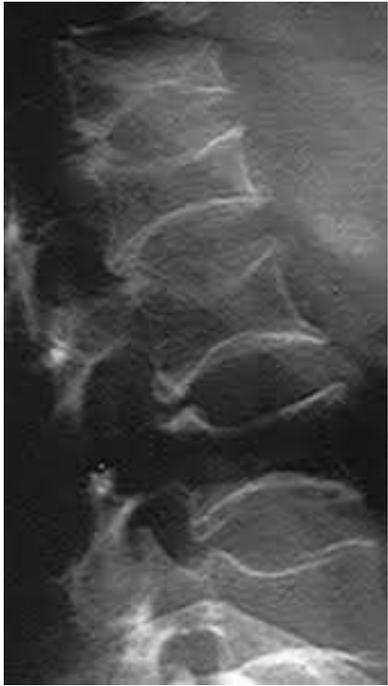


= malformation congénitale du rachis

Fait partie des notochordodysraphies = défaut de soudure dans le plan sagittal en avant (vertèbre papillon) ou en arrière (spina bifida)



Vertèbre poisson



Les vertèbres poisson

- ostéomalacie
- ostéoporose (surtout cortisonique)
- drépanocytose
- sphérocytose héréditaire
- homocystinurie
- ostéodystrophie rénale
- ostéogénèse imparfaite
- thalassémie

Survient chez des sujets dont les disques intervertébraux ont conservé leur charge hydrique normale, donc les sujets jeunes ou ostéoporose d'installation rapide (corticothérapie)

Diagnostic radiologique

- Lecture visuelle
- Quantitative
- Semi-quantitative
- Qualitative

Méthode quantitative = morphométrie

La hauteur du mur vertébral postérieur étant physiologiquement supérieure à celle du mur antérieur de 1 à 3 mm au rachis thoracique, une **différence de hauteur de 4 mm** entre le mur vertébral antérieur et le mur postérieur est nécessaire afin d'affirmer le diagnostic de tassement cunéiforme antérieur

CLASSIFICATION OF VERTEBRAL FRACTURES

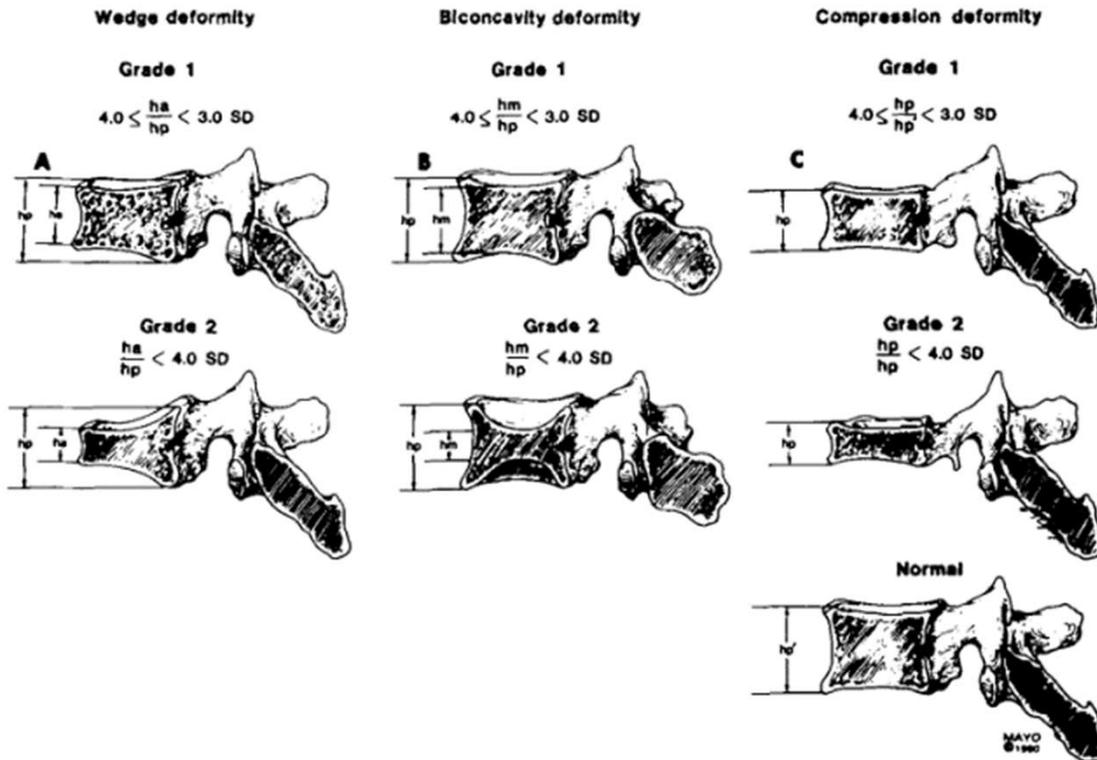


TABLE 1. EFFECT OF DECISION THRESHOLD ON THE NUMBER OF WOMEN IN THE POPULATION-BASED SAMPLE CONSIDERED TO HAVE SIGNIFICANT VERTEBRAL DEFORMITIES ($n = 195$)

Threshold	Number with vertebral fracture (%)
2SD	128 (67)
2.5SD	73 (37)
3SD	40 (21)
3.5SD	29 (15)
4SD	22 (11)
15%	49 (25)
25%	19 (10)

Le seuil de **3 SD** a donné un nombre similaire de cas de fractures à un seuil arbitraire de 15 % de réduction de la hauteur attendue

Le seuil de 4 SD a donné un nombre similaire de fractures à un seuil arbitraire de 25 %

The European Vertebral Osteoporosis Study (EVOS)

17 342 participants

Age moyen 64,1 ans +/- 8,6

54% de femmes

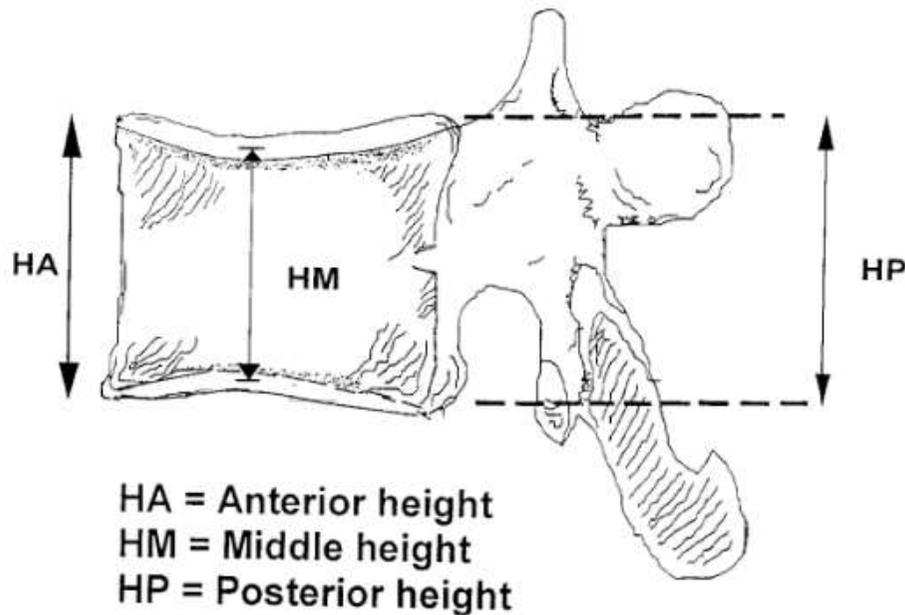


TABLE 4. PREVALENCE OF VERTEBRAL DEFORMITY BY AGE AND SEX GROUP (MEAN CENTER PREVALENCE)

Age (years)	Eastell method			McCloskey method		
	Male (%)	Female (%)	F:M	Male (%)	Female (%)	F:M
50-54	16.5	11.5	0.70	9.9	5.0	0.51
55-60	18.5	14.6	0.79	11.4	7.6	0.67
60-64	21.0	16.8	0.80	12.8	9.9	0.77
65-69	20.9	23.5	1.12	12.1	13.4	1.11
70-75	20.7	27.2	1.31	13.2	17.0	1.29
75-79	29.1	34.8	1.20	18.1	24.7	1.36

Méthode Eastell / méthode McCloskey

Réduction de 3 DS par rapport aux rapports moyens normaux à chaque niveau vertébral

Table 4. Deformity prevalence for previously published groups

Reference	Method	Prevalence	Group
Melton et al. [3]	≥ 15% (adjusted)	26%	Women ≥ 50 years
Eastell et al. [4]	3 SD	21%	Postmenopausal women
	4 SD	11%	
Black et al. [8], SOF	≥ 20%	12.5%	2992 women
	3 SD	24.6%	65–70 years
O'Neill et al. [10], EVOS	3 SD	20.2%	8331 women
		20.2%	7239 men

Table 3. Overall deformity prevalence in the CaMos group

Sex	% grade 1 (3 SD) (and above)	% grade 2 (4 SD)	No. of subjects
Male	21.5	7.3	1820
Female	23.5	9.3	4613

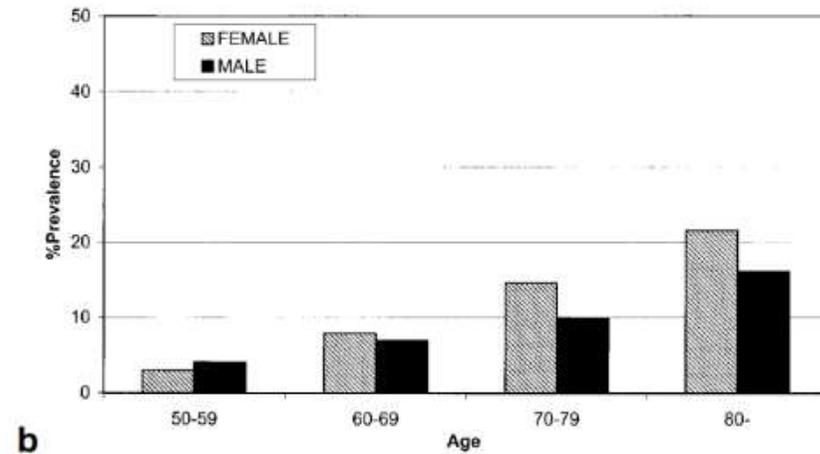
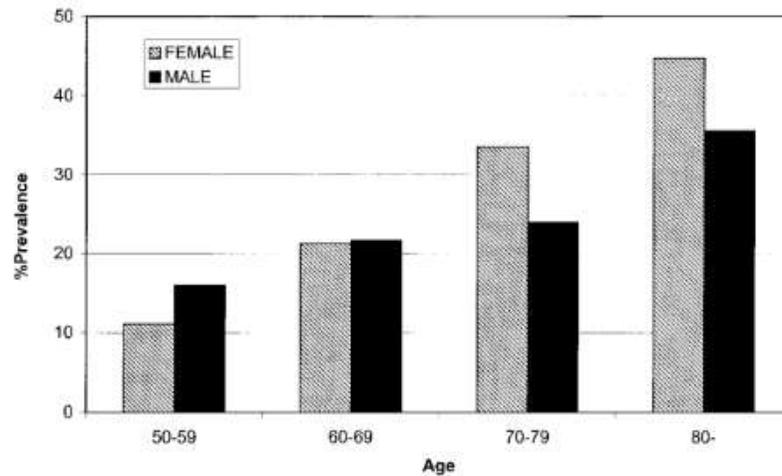
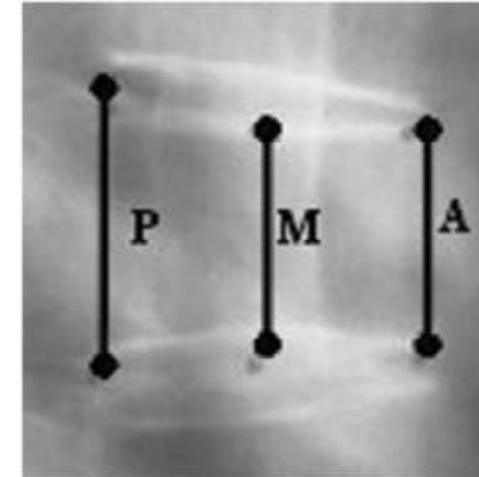
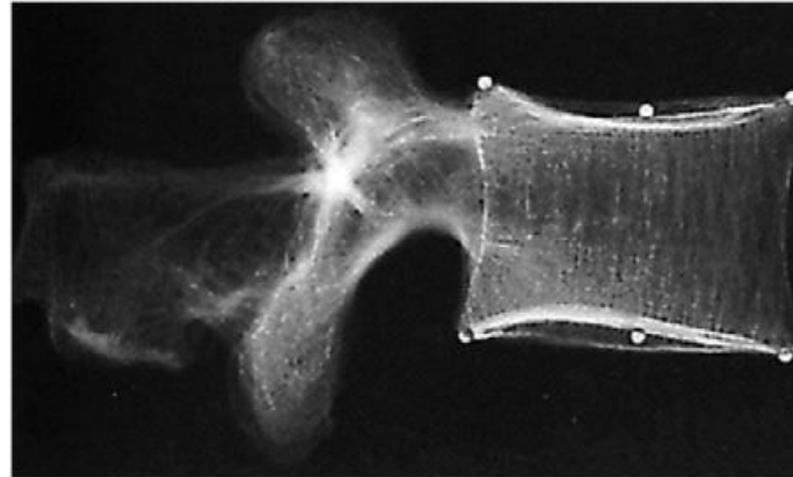
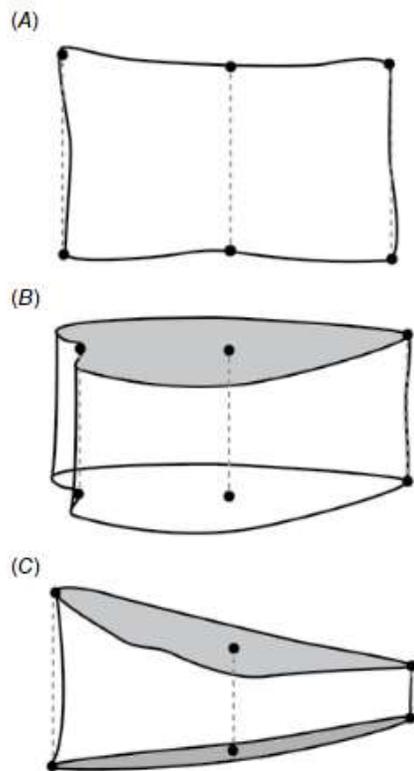
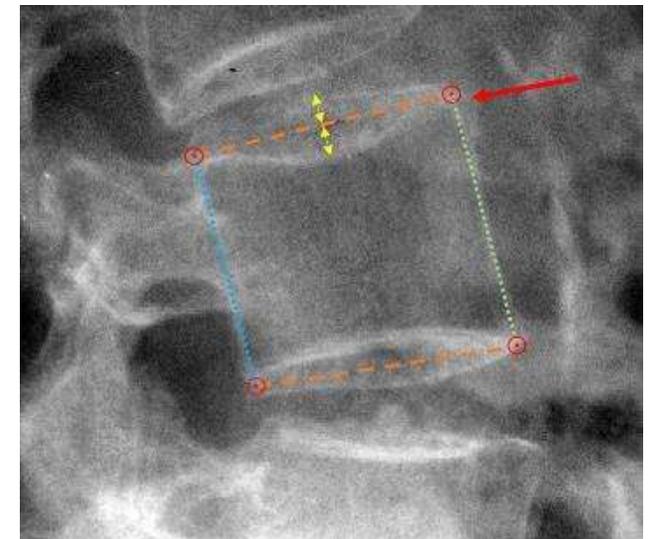


Fig. 5. a Deformity prevalence as a function of age (grade 1 or more). **b** Deformity prevalence as a function of age (grade 2).

Méthode quantitative



RADIOMORPHOMÉTRIE DIGITALISÉE
mesurer les hauteurs vertébrales après
digitalisation des radiographies de profil



Normal
(Grade 0)



Méthode Semi-quantitative de Genant

Combine le type de la déformation et l'importance de la perte de hauteur
Chaque vertèbre de L4 à T4

Wedge deformity

Biconcave deformity

Crush deformity

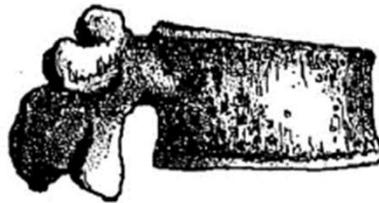
Cunéiforme antérieure

Biconcave

Compression

Mild deformity
(Grade 1)

↘ hauteur ~20-25%
+ ↘ surface de 10-20%



Moderate deformity
(Grade 2)

↘ hauteur ~25-40%
+ ↘ surface de 20-40%



Severe deformity
(Grade 3)

↘ hauteur ~> 40%
+ ↘ surface > 40%



Grade 0: normal, unfractured vertebra.



Grade 0.5: uncertain or questionable fracture with borderline 20% reduction in anterior, middle, or posterior heights relative to the same or adjacent vertebrae.



Grade 1: mid fracture with approximately 20–25% reduction in anterior, middle, or posterior heights relative to the same or adjacent vertebrae.



Grade 2: moderate fracture with approximately 25–40% reduction in anterior, middle, or posterior heights relative to the same or adjacent vertebrae.

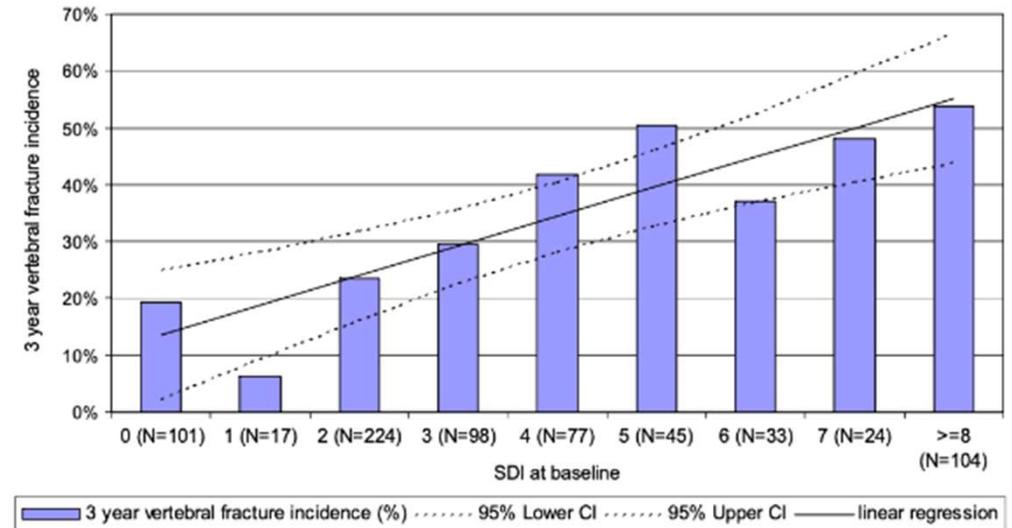


Grade 3: severe fracture with approximately >40% reduction in anterior, middle, or posterior heights relative to the same or adjacent vertebrae.





Spinal deformity index (SDI)
= somme des scores SQ de T4 à L4



Le nombre et la sévérité des fractures vertébrales ont un intérêt pronostique complémentaire et indépendant de la densité osseuse

A chaque augmentation d'une unité de la valeur initiale du « *spinal deformity index* » le risque de nouvelle fracture vertébrale dans les 3 années suivantes augmente de ~ 5%

Table 2 Risk of new vertebral fractures

	RR* in 4 years	p value	RR* during 3rd and 4th years	P value
Prevalent vertebral fractures				
0 (N=1292)	(reference)			
Only mild (N=215)	1.79 (1.31–2.45)	< 0.001		
Only one mild (N=169)	1.85 (1.32–2.60)	< 0.001		
At least one grade ≥ 2 (N=1044)	2.74 (2.28–3.30)	< 0.001		
Incident vertebral fractures during the 2 first years				
0 (N=2187)			(reference)	
Only mild (N=156)			1.72 (1.14–2.59)	0.015
At least one grade ≥ 2 (N=173)			1.88 (1.34–2.65)	< 0.001

* adjusted on age, body mass index and lumbar spine bone mineral density

Table 3 Risk of new non-vertebral fractures in osteoporotic women over 70 years old

	RR* in 4 years	p value	RR* during 3rd and 4th years	P value
Prevalent vertebral fractures				
0 (N=1429)	(Reference)			
Only mild (N=224)	1.45 (0.99–2.11)	0.06		
At least one grade ≥ 2 (N=897)	1.72 (1.36–2.18)	< 0.001		
Incident vertebral fractures during the 2 first years				
0 (N=1871)			(Reference)	
Only mild (N=131)			1.64 (0.60–4.45)	0.29
At least one grade ≥ 2 (N=139)			2.27 (1.37–3.75)	0.004

* adjusted on age, body mass index and femoral neck bone mineral density

Étude MINOS (cohorte de 786 hommes de 51-85 ans)

La prévalence des déformations vertébrales de grade 2 et 3 augmente avec l'âge et avec la diminution de la DMO à tous les sites de mesure, indépendamment de l'âge et du poids corporel, alors que les déformations de grade 1 ne sont pas associées à une DMO basse

Les auteurs de cette étude proposent de retenir le caractère ostéoporotique de la déformation vertébrale chez l'homme pour une diminution de l'une des hauteurs vertébrales d'au moins 30% pour les vertèbres entre T6 et T9 et d'au moins 25% pour les autres vertèbres thoraciques et lombaires

Méthode qualitative = morphologique

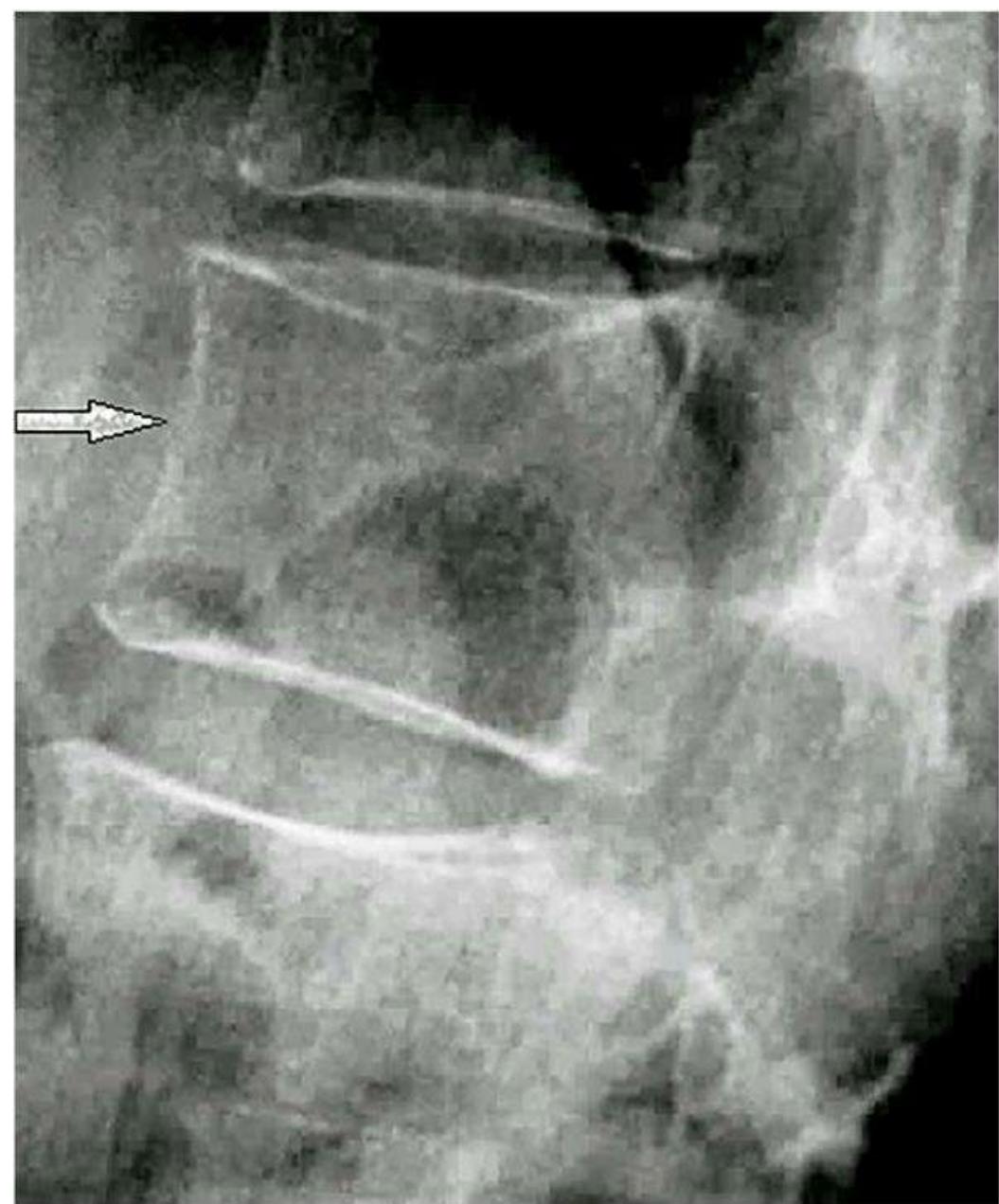
Morphologie vertébrale (qualitatif = intégrité structurale)

Repose sur la présence d'une dépression des plateaux vertébraux supérieurs et inférieurs \pm perte de la hauteur vertébrale attendue, mais sans seuil minimum de réduction apparente de la hauteur vertébrale

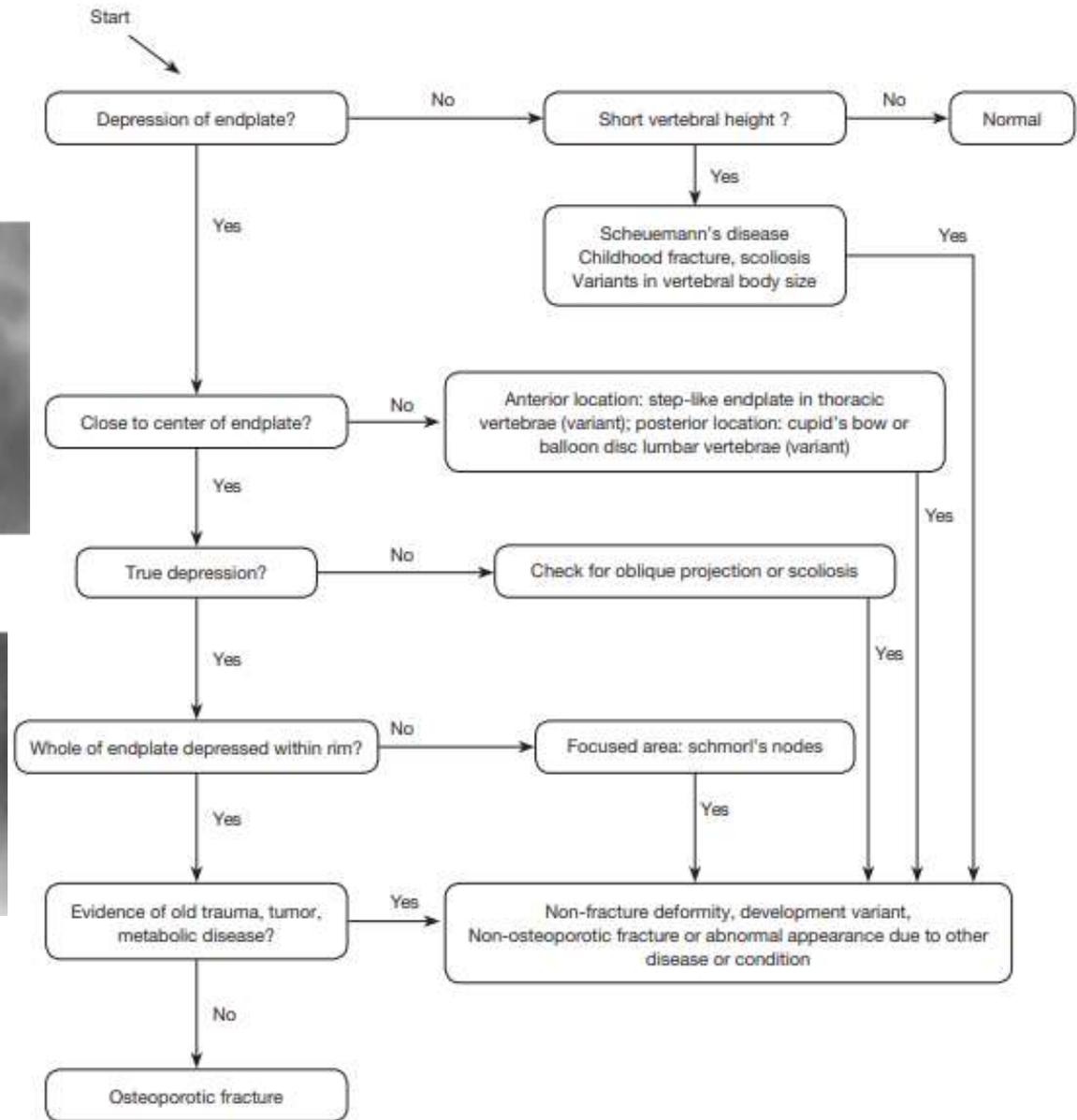
= **Algorithm-Based Qualitative, ABQ**

La méthode ABQ catégorise les vertèbres comme (i) normales, (ii) fractures ostéoporotiques, ou (iii) déformations non ostéoporotiques ou SVH

Lorsqu'une ou plusieurs hauteurs vertébrales (antérieure, moyenne ou postérieure) sont plus petites que prévu, mais sans anomalie spécifique du plateau vertébral, il s'agit d'une déformation non ostéoporotique.



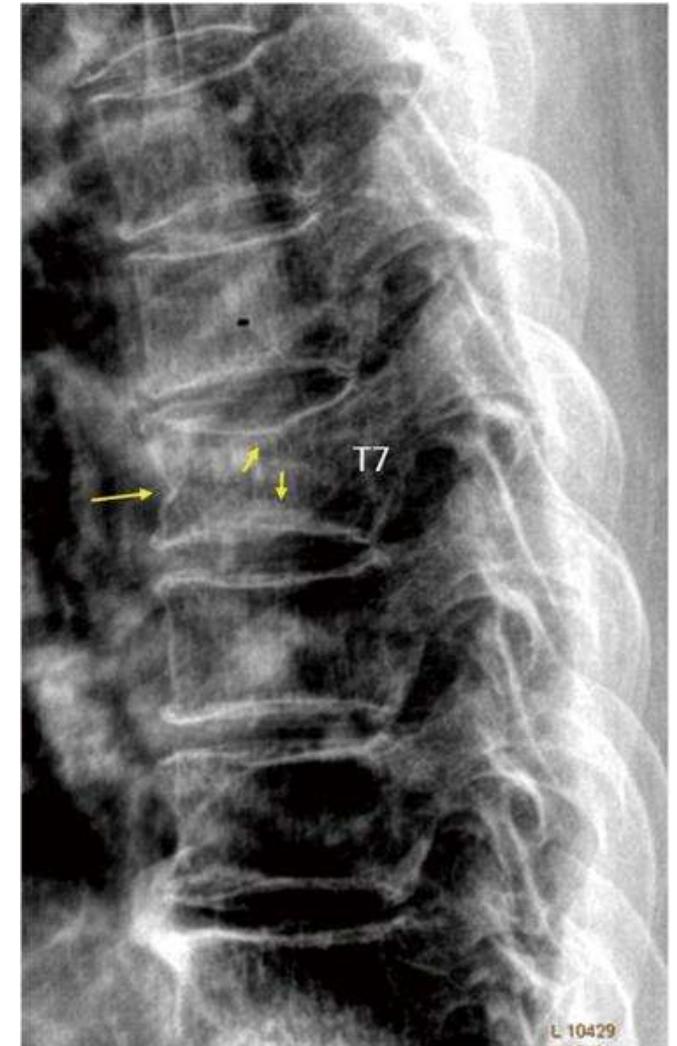
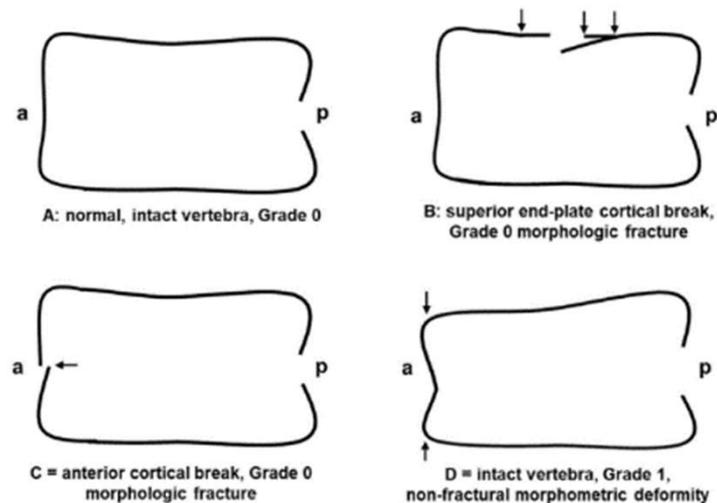
ABQ



ABQ modifié (mABQ)

ABQ (dépression du plateau vertébral) +
déformation ou rupture de la corticale ant. (+/-
atteinte plateau vertébral) (1% des VF)

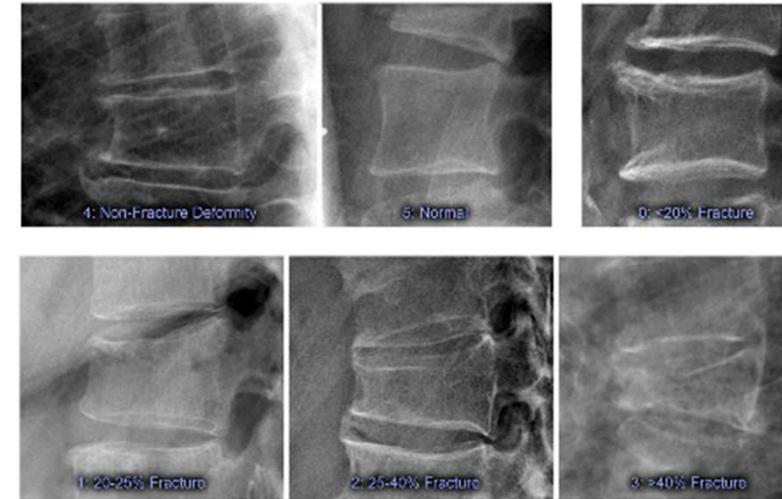
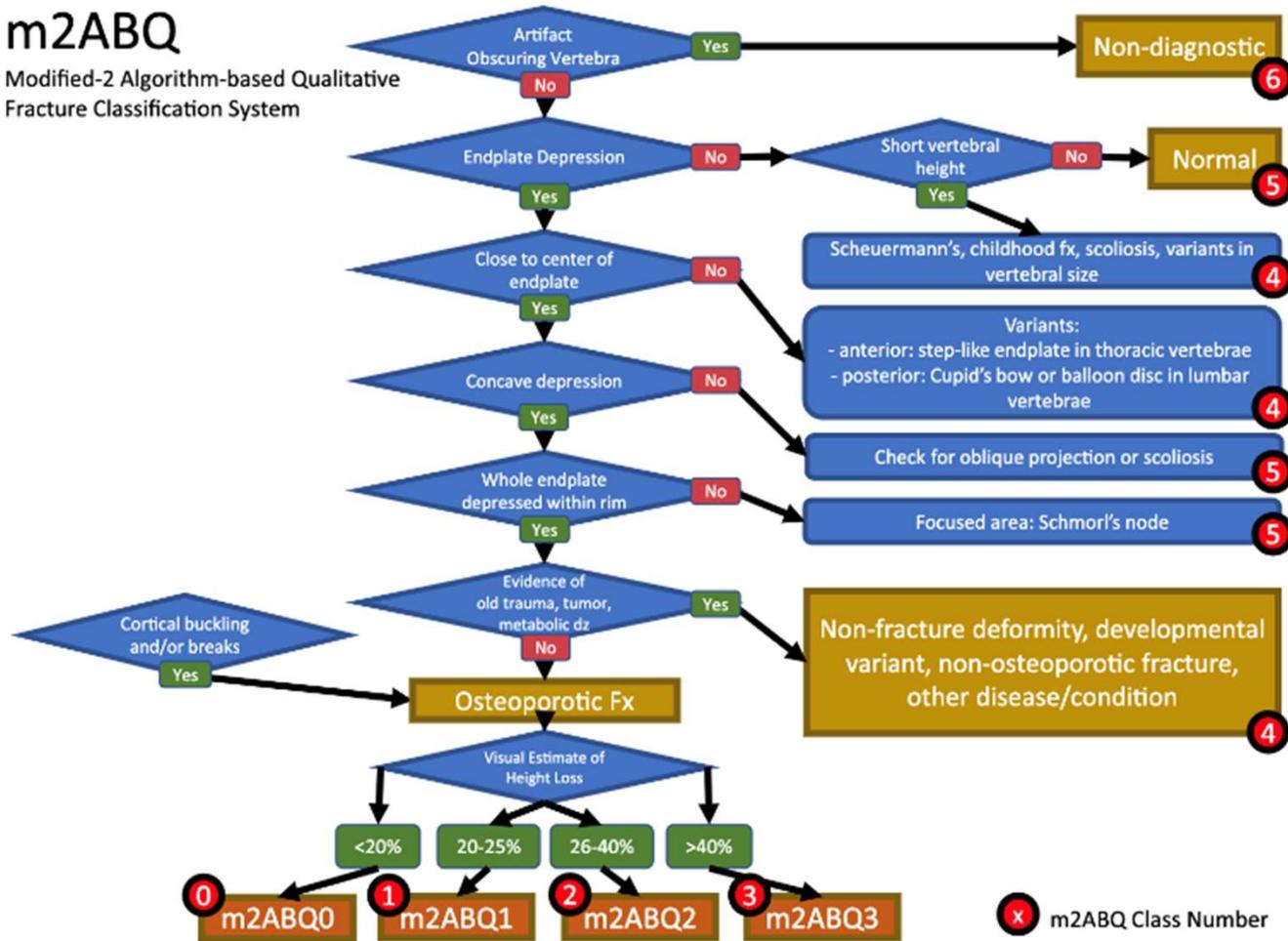
Grading des FV identique au score de Genant



Lentle BC et al. *J Bone Miner Res.* 2018;33(4):569-579
Osteoporosis International (2021) 32:2391–2395

m2ABQ

Modified-2 Algorithm-based Qualitative Fracture Classification System



4465 femmes et 1771 hommes âgés de 50 ans de l'Étude canadienne multicentrique sur l'ostéoporose
 Âge moyen 65,9 ans

GSQ

Prévalence des FV = **16,4%** (95% CI 15.4–17.4)

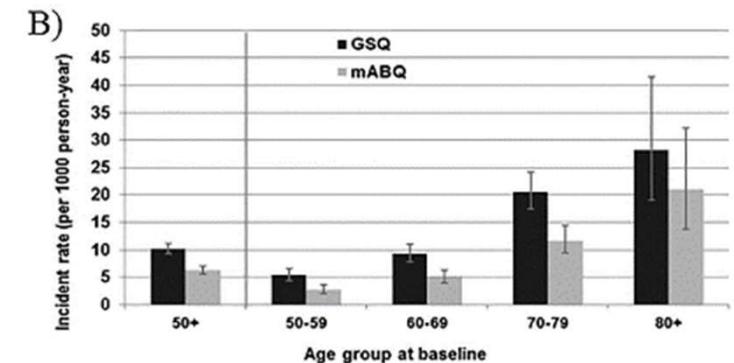
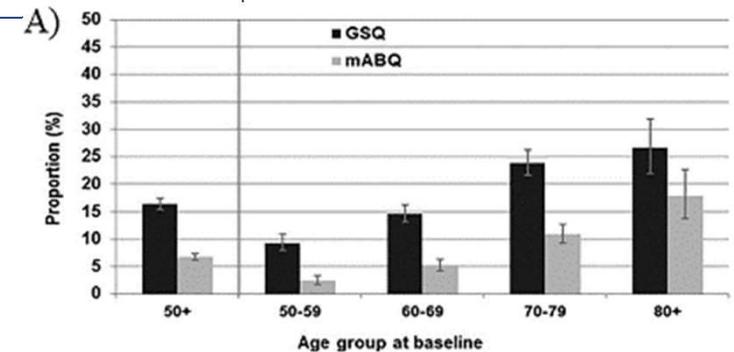
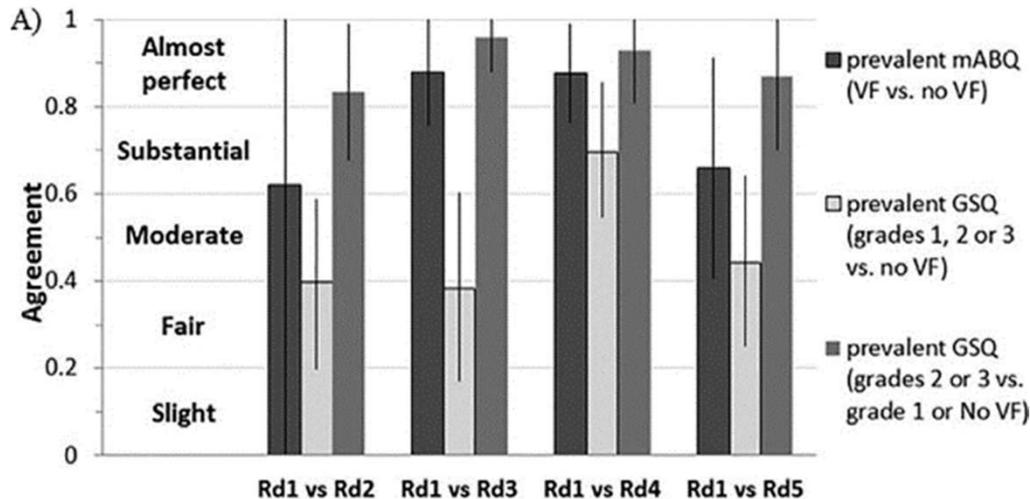
Identique quel que soit le sexe avec 51,6 % de grade 1

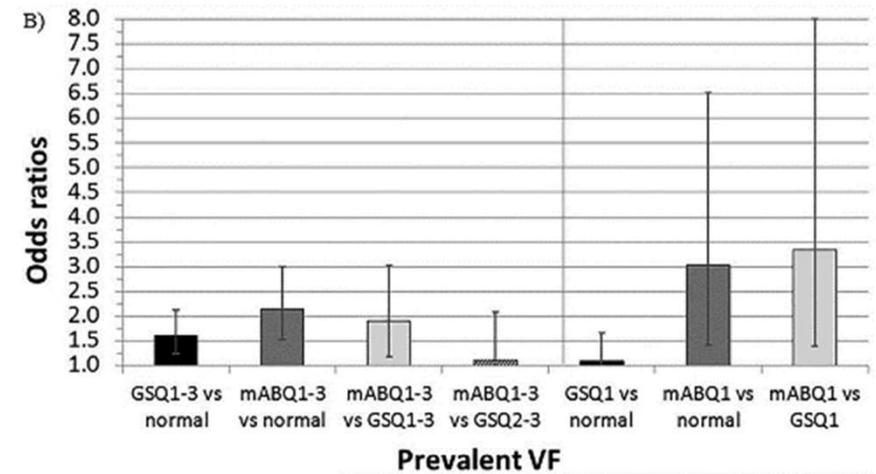
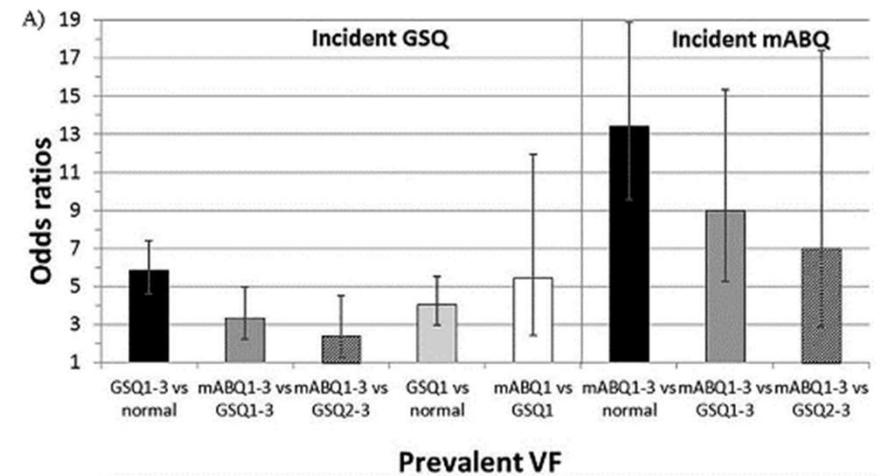
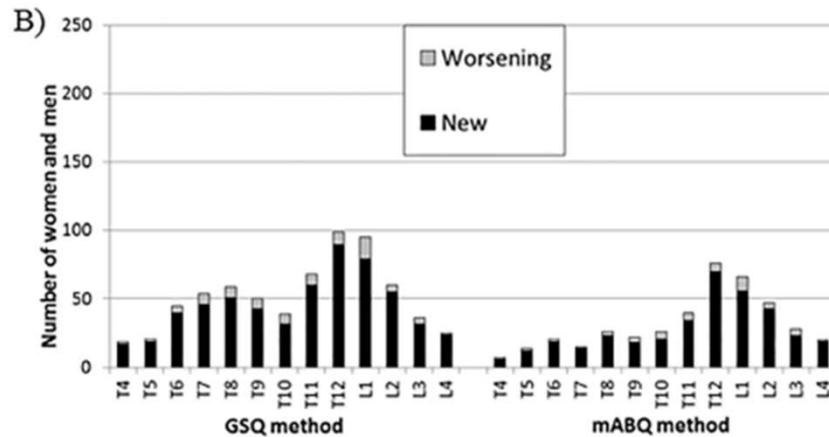
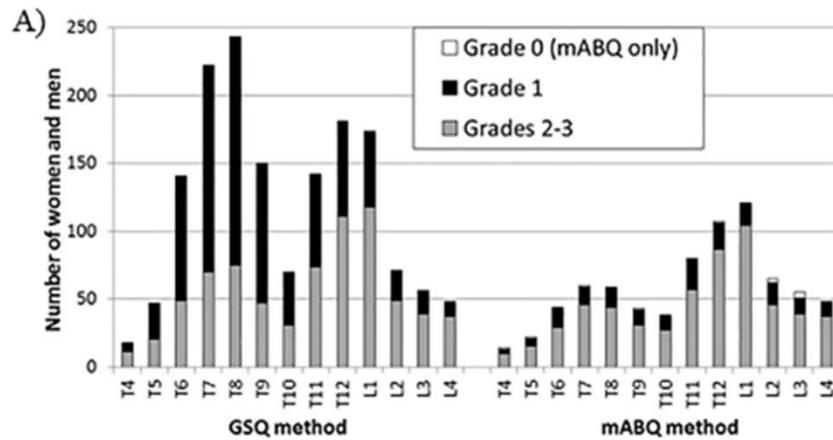
mABQ

Prévalence des FV = **6,7 %** (6.1–7.4)

Hommes (5,1% ; 95% CI 4.1–6.4) vs femmes (7,3% 95% CI 6.5–8.2)

mABQ1 VF 15.1 % de toutes les FV





FV morphologiques sont plus associées à une DMO basse, aux FV incidentes, aux fractures non vertébrales que les FV morphométriques

Méthode	Avantages	Inconvénients	Reproductibilité	Applications		
				Routine	Épidémiologie	Essai thérapeutique
Lecture visuelle	simple	subjective	mauvaise	oui	non	non
Analyse semi-quantitative de Genant : ASQ	simple valeur prédictive du risque de fracture ultérieur démontrée permet le diagnostic différentiel	nécessite un lecteur entraîné et expérimenté	très bonne	oui	oui	oui
Analyse qualitative de Jiang : ABQ	simple valeur prédictive du risque de fracture ultérieur démontrée permet le diagnostic différentiel	nécessite un lecteur entraîné et expérimenté	bonne	oui	non	non
Radio-morphométrie digitalisée	mesure objective des hauteurs valeur prédictive du risque de fracture ultérieur démontrée	fastidieuse perte d'information sur la forme de la vertèbre ne permet pas le diagnostic différentiel	bonne	non	oui si lecture qualitative associée	oui si lecture qualitative associée

Prendre en compte d'autres paramètres radiologiques

- Raréfaction osseuse (contraste avec la radiodensité préservée des contours vertébraux, disparition progressive du réseau trabéculaire secondaire horizontal, responsable d'une accentuation de la visibilité des travées verticales « il pleut dans la vertèbre »)
- Vide intra-somatique : clarté gazeuse linéaire transversale située immédiatement sous le plateau vertébral fracturé, notamment à la partie antérieure (fracture non consolidée)
- L'os trabéculaire sous le plateau fracturé est impacté (bande dense épaisse sous les plateaux vertébraux : cushing, corticothérapie)
- Fracture du coin postéro-supérieur, rétropulsé



Pseudarthrose

Cavité linéaire intracorporeale
= fente vertébrale intra somatique
contenant du gaz ou du liquide
(dépend de la position)

Témoin de la non consolidation de la FV

Prendre en compte les autres paramètres

- Antécédents, facteurs de risque d'ostéoporose
- DMO
- Pas d'antécédent de traumatisme haute énergie
- Anciennes imageries permettant de comparer
- Pas de critère de malignité

Fractures vertébrales

Caractéristiques radiographiques

De face

- Fracture symétrique
- Pédicules tous visibles
- Pas de lyse des corticales

ostéoporose

De profil

- Pas de recul du mur postérieur
- Pas de lyse des corticales

De face

- Fracture asymétrique
- Vertèbre borgne
- Lyse des corticales

tumorale

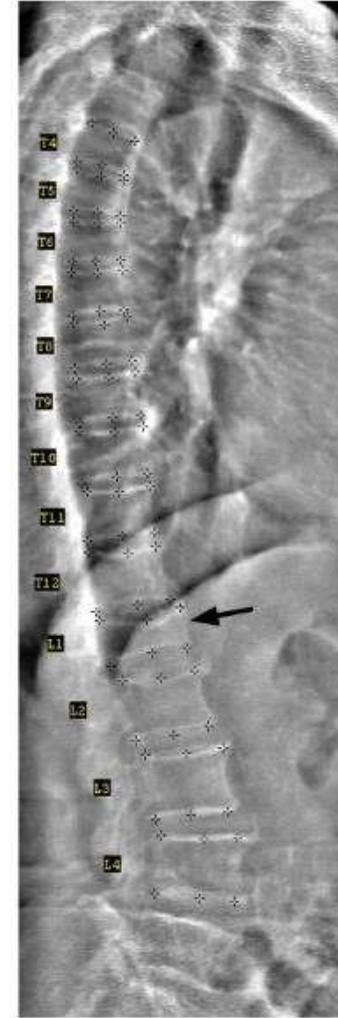
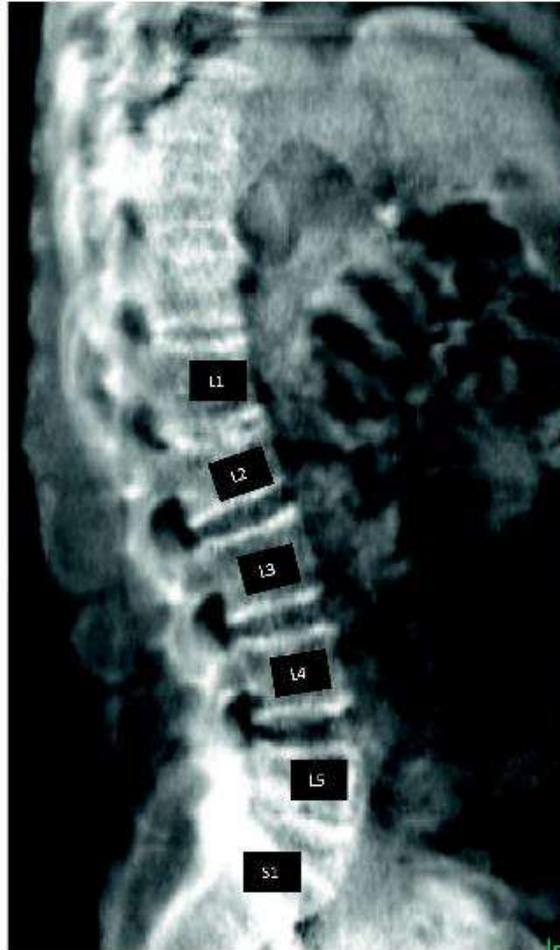
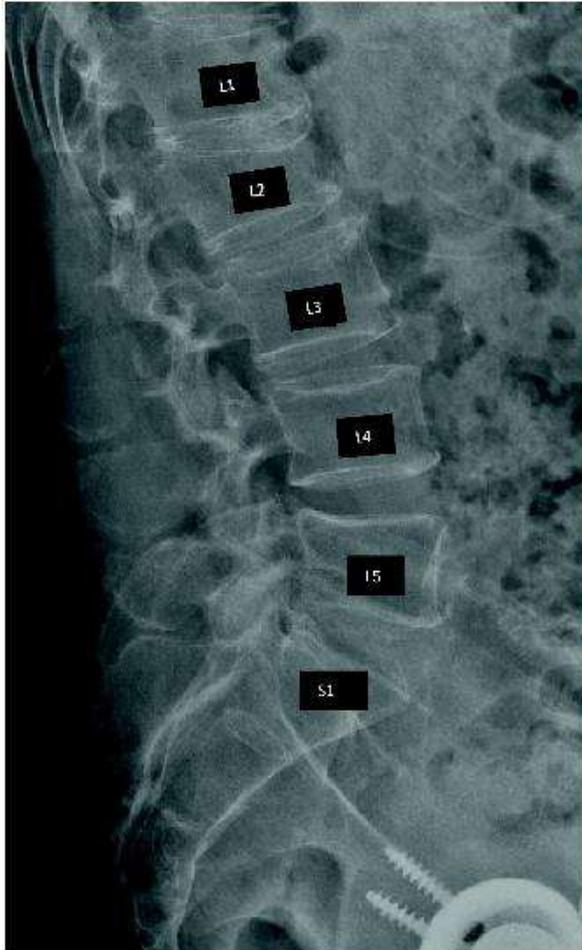
De profil

- Recul mur postérieur
- Lyse des corticales ou lésions condensantes



FV au dessus de T4

Intérêt de la VFA





ISCD – indications 2019

L'imagerie latérale de la colonne vertébrale par **radiographie standard ou VFA** est indiquée lorsque le T-score est $< -1,0$ et qu'un ou plusieurs des éléments suivants sont présents :

- Femmes âgées de ≥ 70 ans ou hommes âgés de ≥ 80 ans
- Perte de taille historique > 4 cm
- Fracture vertébrale antérieure autodéclarée mais non documentée
- Traitement par glucocorticoïdes équivalent à ≥ 5 mg de prednisone ou équivalent par jour pendant ≥ 3 mois

VFA : La méthodologie utilisée pour l'identification des fractures vertébrales doit être similaire aux approches radiologiques standard.

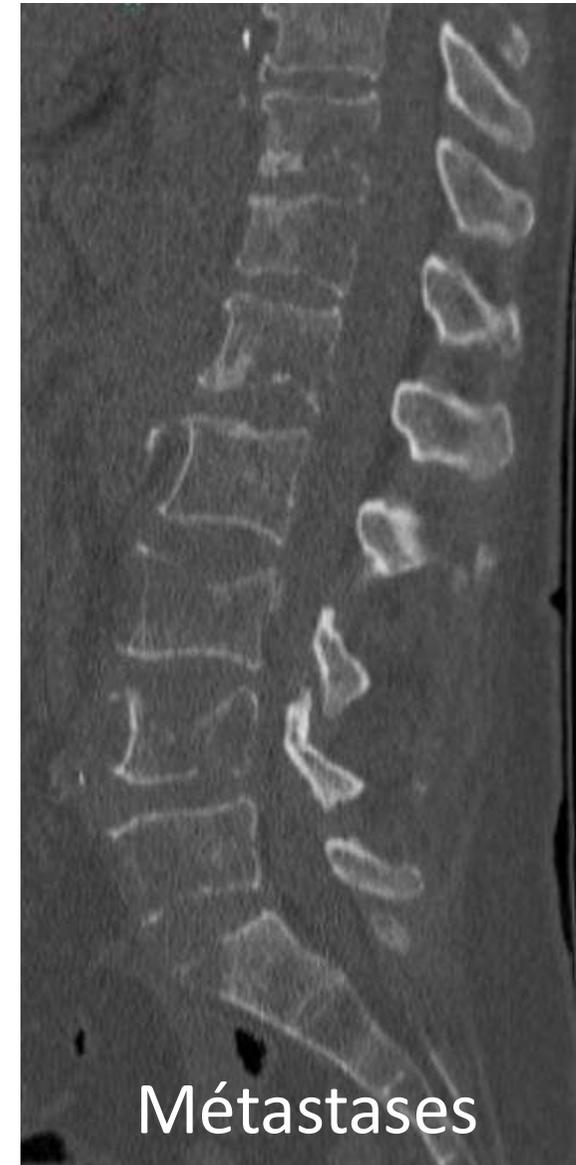
Le diagnostic de la fracture doit être basé sur une évaluation visuelle et inclure l'évaluation du grade/de la gravité. **La morphométrie seule n'est pas recommandée car elle n'est pas fiable pour le diagnostic.**

La méthode visuelle semi-quantitative de Genant est la technique clinique actuelle de choix pour diagnostiquer les fractures vertébrales avec la VFA

Vérifier la/les FV VFA par une autre imagerie

Scanner

- Vérifier bénignité de la FV



Scanner

- Vérifier bénignité de la FV
- Vide intrasomatique
- Recul coin postéro-supérieur



- **vDMO L1 \leq 90 UH** : diagnostic d'ostéoporose avec une spécificité de plus de 90%. (Equipe *Pickhardt PJ et al*)
- **vDMO L1 $>$ 160 UH** exclue le diagnostic d'ostéoporose avec une VPN de 95 %
- **Fracture vertébrale**



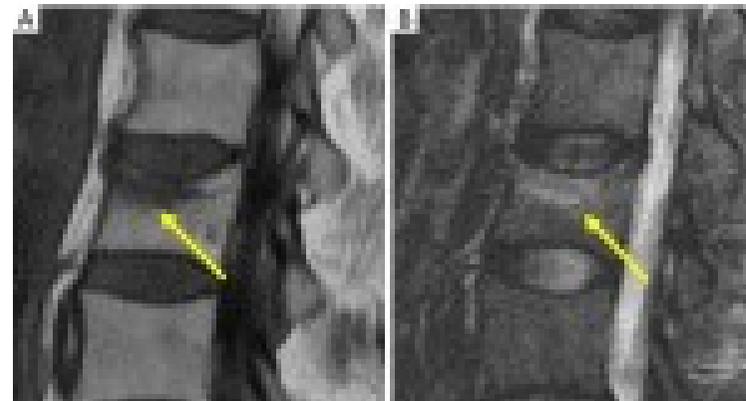
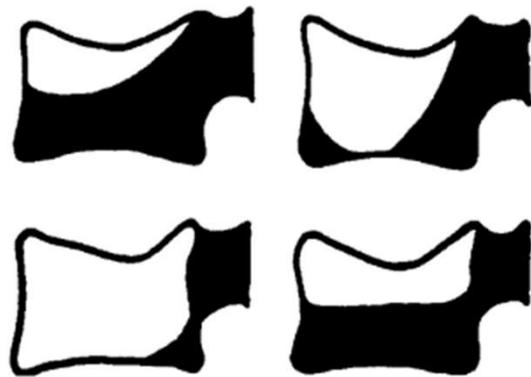
IRM

En cas de FV récente < 3 mois : **hyposignal T1, hypersignal T2, sous forme de bande**, contours flous avec intensité qui diminue progressivement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la fracture

Si étendue, respect du coin vertébral postérieur opposé

Vs méta : homogène, inj de gado sans saturation du signal graisseux objective réhaussement du corps vertébral fracturé qui récupère un signal superposable à celui des vertèbres adjacentes

Il faut **1 à 3 mois** pour que les anomalies de signal associées à une FV régressent complètement







IRM séquence T1 : Fracture récente du plateau vertébral inférieur de L1 et du plateau supérieur de L2.
Hyposignal T1 des corps vertébraux de L 1 et L2 respectant une partie des corps vertébraux.



IRM séquence T1 après gadolinium : rehaussement global avec normalisation du signal.

En faveur de la bénignité	En faveur de la malignité
Hyposignal T1 respectant une partie du corps vertébral	Hyposignal de tout le corps vertébral en T1
Prise de contraste diffuse et homogène avec normalisation du signal	Prise de contraste diffuse ou hétérogène, en mottes
Signal normal en T2 ou Hypersignal linéaire sous le plateau fracturé	Hypersignal diffus ou hétérogène en mottes en T2
Recul d'un coin postérieur du corps vertébral dans le canal rachidien	Hyposignal d'un ou des deux pédicules en T1
Vide intra somatique	Mur postérieur convexe vers l'arrière
Absence d'envahissement des parties molles.	Envahissement des parties molles et de l'espace épidural

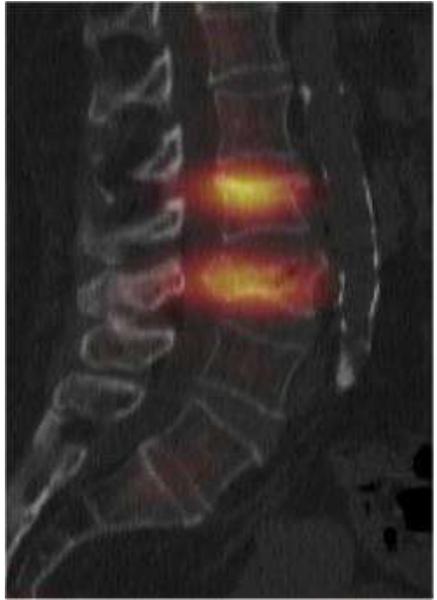
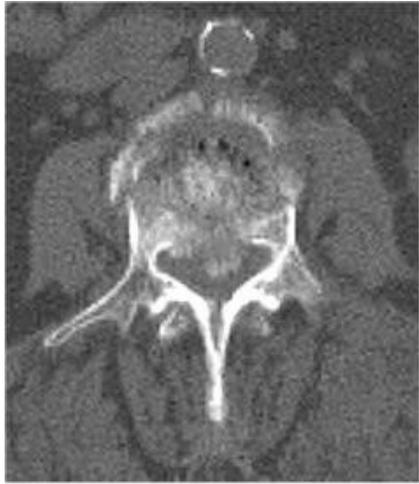
Scintigraphie osseuse

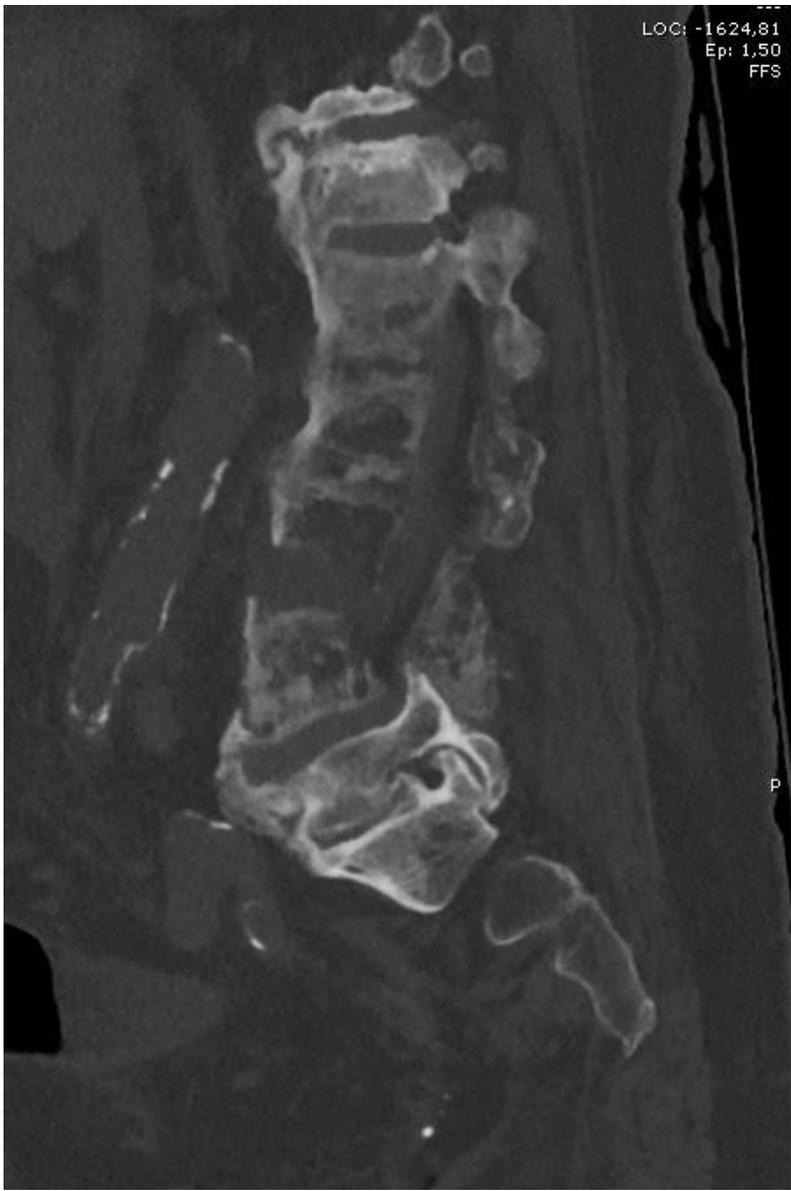


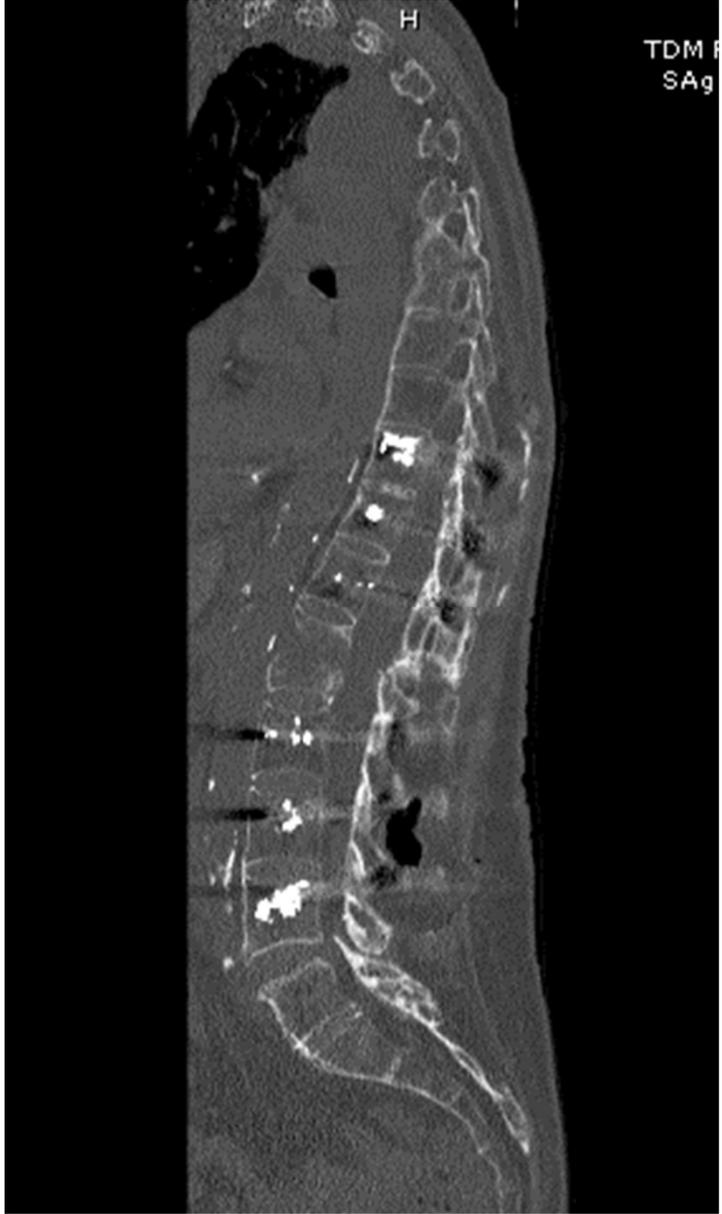
Fractures vertébrales ostéoporotiques étagées récentes L1 et L2. Fracture plus ancienne L5



L'hyperfixation liée à une fracture vertébrale apparaît dès les premières heures et s'efface progressivement **en 6 mois à un an et demi**







- Pas toujours facile de reconnaître une fracture vertébrale ostéoporotique, surtout de grade 1
- Éliminer les diagnostics différentiels
- Combiner le score semi-quantitatif de Genant, le mABQ, la DMO...la clinique

Diagnostic radiographique de la fracture vertébrale ostéoporotique

SRO Rennes

Octobre 2023

Béatrice Bouvard