

1° *Résistance absolue des os à la traction.* — Deux fois seulement MESSERER a réussi à rompre des os soumis à la traction, un fémur et un humérus d'une jeune fille de vingt-cinq ans; le fémur se rompit sous une traction de 1550 kilos, l'humérus céda à 800 kilos. Dans les deux cas, les fractures étaient obliques.

2° *Résistance à la pression.* — Des pressions considérables sont nécessaires pour briser les os longs ou pour produire des fissures. Il faut une pression de 800 kilos pour écraser l'humérus d'une femme de vingt-cinq ans, le fémur nécessite un poids de 1550 kilos.

Dans les pressions transversales, sur le milieu des grands os longs, la diaphyse est déprimée comme un roseau qu'on serre entre les doigts, et il se fait des fissures longitudinales étendues; la division complète de l'os exige des pressions colossales.

Dans la plupart des os soumis ainsi à la pression transversale, la fracture ne se produit pas au milieu, point le plus menacé, mais par transmission de la compression à l'une ou l'autre des extrémités articulaires comprimées. En conséquence les extrémités articulaires doivent être considérées comme des points particulièrement faibles.

Pour amener la fracture des différentes pièces du squelette d'un homme et d'une femme, MESSERER dut employer les poids suivants :

	Humérus.	Cubitus.	Radius.	Fémur.	Tibia.	Péroné.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Os d'un homme de 31 ans...	850	556	525	1300	600	300
Os d'une femme de 21 ans..	600	310	390	1110	650	310

BORNHAUPT est arrivé à des résultats analogues en comprimant les os longs de quatre hommes âgés de vingt et un à vingt-quatre ans, dans un appareil qui servait à NORDLINGER (d'Hohenheim) pour apprécier la résistance du bois; il a vu qu'il fallait les poids ci-dessous pour briser l'os ou produire des fissures.

Humérus.	Cubitus.	Radius.	Fémur.	Tibia.	Péroné.
kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
660	540	340	1.236	1.000	340
540	480	322	1.156	800	320
»	440	280	920	740	»
»	»	200	»	»	»

MESSERER a aussi expérimenté la résistance des os longs à la pression dans le sens longitudinal, il a vu les os se courber, diminuer de longueur, pendant que les extrémités diaphysaires pénétraient dans les épiphyses et inversement; enfin, l'os se brisait en esquilles, tantôt à l'une de ses extrémités, tantôt et plus souvent au milieu.

3° *Résistance à la flexion.* — La limite d'élasticité pour la flexion des grands os longs se trouve voisine de la moitié du poids nécessaire pour produire la fracture.

La résistance à la flexion pour les os de divers individus a oscillé entre 1040 à 1980 kilos par centimètre carré. Elle est à son maximum dans l'âge

moyen de la vie, 1800 à 1980 kilos par centimètre carré chez un homme de trente-deux ans; cette résistance diminue quand on avance en âge.

La forme de fracture dans ces diverses circonstances fut différente. MESSERER observa tantôt une fracture transversale nette et dentelée, tantôt une fracture oblique; dans quelques cas il remarqua une *fissure longitudinale du côté concave*, plusieurs fois se produisit une forme de fracture non décrite jusqu'à présent; l'os s'était brisé en trois fragments; celui du milieu présentant la forme d'un coin dont la base répondait au point d'application de la violence. MESSERER accorde une grande importance à cette espèce de fracture, qui serait suivant lui le type des fractures par flexion bilatérale. D'après cet auteur, les fractures obliques ne seraient que des fractures en coin incomplètes, elles se produisent pendant la flexion parce que très souvent il ne se fait une division osseuse complète que d'un côté du coin, tandis que l'autre côté demeure à l'état de fissure.

MESSERER, après un grand nombre d'expériences, a adopté les chiffres suivants comme moyennes de résistance à la flexion :

Fémur.	Tibia.		Humérus.	Cubitus.	Radius.	Péroné.
	Crête.	Côté interne.				
kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
326	326	226	220	102	93	38

BORNHAUPT, de son côté, a trouvé :

Fémur.	Tibia.	Humérus.	Cubitus.	Radius.	Péroné.
kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
303	182	150	142	62	40
214	148	104	»	60	»

4° *Résistance à la torsion.* — MESSERER a produit des fractures spiroïdes par la torsion des os longs sur leur axe. En se servant d'un bras de levier de 0^m,16 de long, cet auteur a fracturé :

La clavicule avec un poids moyen de.....	kil.	8
L'humérus.....		40
Le radius.....		12
Le cubitus.....		8
Le fémur.....		89
Le tibia.....		48
Le péroné.....		6

Les fractures ainsi produites étant spiroïdes ou obliques, le trait de la spire rappelait toujours la direction du sens de la rotation.

« Dans nos expériences sur la résistance des grands os longs, ajoute l'auteur, nous avons obtenu un grand nombre de fractures incomplètes, tant en agissant par flexion, que par pression transversale ou par torsion, cela sur tous les os et à tous les âges.

« En raison de leurs petites dimensions, les os de la femme supportent des

pressions moindres que ceux de l'homme, mais la résistance est proportionnellement la même dans les deux sexes.

« Sur le même sujet, les os du côté droit et ceux du côté gauche supportent en général les pressions absolument égales; dans quelques circonstances, il existe à ce point de vue une différence très faible qui concorde avec les dimensions variables des os. »

§ 3. — Anatomie pathologique des fractures

Suivant que la solution de continuité intéresse la totalité ou seulement une partie de l'os, la fracture est dite *incomplète* ou *complète*. Intermédiaire entre ces deux variétés se place la *fracture par arrachement*.

1° **Fractures incomplètes.** — Dans ce groupe nous rangerons : les solutions de continuité par flexions accidentelles ou traumatiques dites fractures par inflexion, puis les fractures complètes du tissu osseux avec conservation du périoste;

2° Les fissures, fêlures et fentes;

3° Les enfoncements, éraflures, écornures;

4° Les sillons, gouttières, perforations complètes ou incomplètes, etc.

a. *Fractures par inflexion.* — Ces sortes de lésions ont été surtout étudiées chez les enfants. GLASER le premier les avait signalées dès 1673; depuis elles ont été décrites par THIERRY, JURINE, CHAMPION, CAMPAIGNAC, GULLIVER, MALGAIGNE, HEYFELDER, DE SAINT-GERMAIN, LANNELONGUE, etc.

D'une façon générale, ces fractures peuvent siéger sur tous les os longs; par ordre de fréquence on les observe sur les os de l'avant-bras, sur la clavicule, le fémur, les os de la jambe, l'humérus.

Voici le mécanisme le plus ordinaire de ce genre de lésions. Supposons une force quelconque ayant pour résultat de faire décrire une courbure à ces os, ou d'augmenter une courbure déjà existante; l'exagération du mouvement se fera principalement sentir sur les parties les plus externes de la convexité, portant tout d'abord sur le périoste, puis d'une manière à peu près égale sur les couches les plus externes de l'os. Le périoste, membrane élastique, s'allongera sans se briser; l'os, au contraire, éclatera tout d'abord, puis se brisera complètement, et si la force continue à agir, le périoste à son tour n'étant plus soutenu se déchirera; suivant la résistance du tissu osseux, les fractures ainsi produites sont complètes ou incomplètes. Prenons un enfant bien portant dont les os sont normalement développés et recouverts d'un périoste résistant; si la cause de la fracture ne détermine pas une courbure trop grande, l'os, peu flexible, cassera facilement, le périoste résistera, nous aurons une fracture complète sous-périostée. Au contraire si un enfant malingre, aux os relativement mous, se trouve dans les mêmes conditions, ses os résisteront bien davantage, il se produira une fracture incomplète : l'os éclate comme un morceau de bois vert que l'on plie sur le genou. Exagération des courbures normales, torsions, telles sont les causes principales de ces fractures; elles se trouvent assez souvent réunies dans les chutes sur la paume de la main; les os

de l'avant-bras pris entre le sol et le poids du corps s'incurvent, la face la plus rapprochée du centre de la courbure reste intacte, la plus éloignée cède. La résistance du périoste et l'élasticité relative des os expliquent la fréquence de cet accident chez les enfants. Si l'on s'en tient aux quelques autopsies qui ont pu être faites, les fractures complètes de ce genre seraient circulaires, simples et linéaires. Des lésions analogues ont été décrites dans l'âge adulte; les faits relatés par CAMPER, BONN, J. CLOQUET, semblent, dit MALGAIGNE, se rapporter à des adultes. Nous admettons la possibilité de semblables solutions de continuité chez l'adulte, mais elles doivent être exceptionnelles.

b. *Fissures. Fêlures. Fentes.* — Après bien des discussions, il est aujourd'hui démontré que tous les os du squelette peuvent être le siège de fissures.

Les os plats sont ceux sur lesquels cette sorte de lésion a été tout d'abord observée. C'est en effet sur cette variété d'os que la fissure est le plus fréquente, elle siéger de préférence sur les os du crâne; sur les os courts les fissures sont on ne peut plus rares, c'est à peine s'il existe quelques exemples de ce genre dans la science.

Les fissures des os longs ont été niées pendant bien longtemps par les auteurs. Les premières observations authentiques sur ce sujet sont dues à DUVERNEY (1751). Plus tard, LEVEILLÉ, CLOQUET, MALGAIGNE, BOUISSON signalèrent des faits semblables. En chirurgie d'armée elles sont, et surtout elles étaient jadis communes; nous reviendrons sur ce point.

c. Les diverses fractures incomplètes que nous avons signalées ensuite appartiennent plus spécialement à la chirurgie d'armée; nous devons pour être complets les mentionner ici, mais afin d'éviter les redites nous renvoyons aux lésions des os par armes à feu.

Fractures par arrachement. — On désigne sous ce nom des solutions de continuité intéressant seulement une tubérosité ou une portion d'un os, sans porter atteinte à sa solidité; c'est à ce genre de lésions que MALGAIGNE donnait le nom de fractures esquilleuses. Les arrachements ne sont pas rares en chirurgie d'armée, les coups de feu par petits projectiles les produisent fréquemment; dans la pratique civile, c'est là un accident qui complique parfois les chutes et les luxations. L'arrachement s'observe de préférence sur l'apophyse coronoïde du cubitus, les tubérosités et condyles de l'humérus, on a vu l'arrachement de l'épine iliaque antérieure et supérieure, de la tubérosité du tibia, etc. La contraction musculaire est presque toujours la cause principale de cette variété de fractures.

Fractures complètes. — Elles ont été classées en un certain nombre de groupes, d'après la direction générale du trait de fracture.

1° *Fractures transversales ou en rave.* — Solution de continuité perpendiculaire au grand axe de l'os, présentant des surfaces fort nettes. Lorsque les surfaces de la cassure, tout en étant transversales, sont hérissées de dentelures, de ciselures, la fracture est dite *hérissée* ou *dentelée*. — Les fractures à surface absolument nette sont rares, MALGAIGNE a même nié la possibilité de la fracture en rave. Ce sont du reste là des subtilités de classification peu importantes dans la pratique et, qu'elle soit dentelée ou non, toute fracture sensiblement transversale rentrera dans notre premier groupe.

2° *Fractures obliques*. — La direction de la solution de continuité fait avec le grand axe de l'os, un angle plus grand ou plus petit que l'angle droit. Lorsque l'obliquité est très prononcée, la fracture est dite en bec de flûte (fig. 75).

3° *Fractures longitudinales*. — Exagération du type précédent. La direction générale de la cassure se rapproche sensiblement du grand axe de l'os, et lui

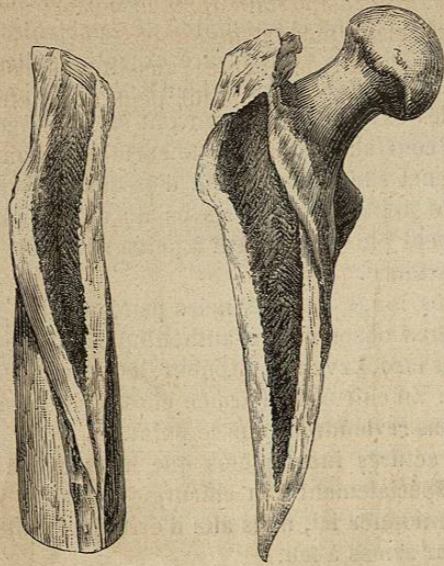


Fig. 75. — Fracture oblique en bec de flûte de la partie supérieure du fémur.

est presque parallèle. On a fort rarement l'occasion d'observer de semblables lésions. La figure 76 représente un type de ce genre, emprunté à la thèse de concours de J. CLOQUET (1831). La pièce a été recueillie sur le cadavre d'un couvreur, qui avait fait une chute du haut d'un toit et mourut à l'hôpital Saint-

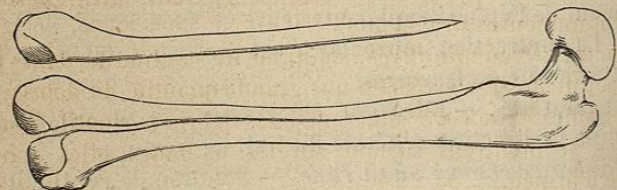


Fig. 76. — Fracture longitudinale du fémur (Thèse de CLOQUET).

Louis. Le trait de fracture occupe presque toute l'étendue du fémur, sépare le condyle interne et se prolonge jusqu'au petit trochanter.

Fractures spiroïdes. — La fracture *spiroïde*, variété de cassure, dans laquelle la solution de continuité contourne le corps de l'os en décrivant autour de lui une spirale plus ou moins allongée, a été désignée encore sous le nom

de fracture *en coin*, *en V*, *en bec de flûte*. Le qualificatif, fracture en V, est particulièrement réservé depuis les travaux de GOSSELIN à une fracture spiroïde spéciale au tibia. La pointe du bec de flûte qui termine le fragment supérieur semble avoir pénétré comme un coin entre les deux branches de l'angle inférieur et les avoir écartées avec force. De là l'existence d'une fissure qui, partant du sommet du V, contourne l'os et pénètre jusque dans l'articulation (fig. 77).

Division des fractures complètes d'après le nombre des fragments. — Dans tous les cas qui précèdent, nous avons supposé l'existence de deux fragments seulement et d'un seul trait de fracture; aussi toutes ces fractures sont-elles des *fractures uniques*; mais l'os atteint peut avoir été brisé en plusieurs

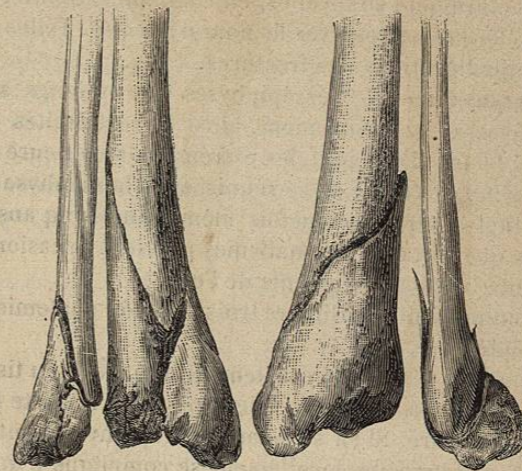


Fig. 77. — Fracture en V du tibia. Fracture spiroïde du péroné produites par un mouvement de torsion, le pied étant retenu entre les rails du chemin de fer (Musée du Val-de-Grâce).

points, le foyer de la fracture renferme alors des débris en quantité plus ou moins considérable, d'où, relativement au nombre des fragments, une deuxième catégorie : *Les fractures multiples*. — Dans ce groupe on distingue :

1° Les fractures à plusieurs fragments dans lesquelles l'os est le siège de deux ou plusieurs solutions de continuité séparant entre elles des portions osseuses, volumineuses (fragments).

2° Les fractures comminutives, solutions de continuité dans lesquelles le tissu compact de l'os est divisé en une grande quantité de débris. Détachés de ces parties molles ou encore adhérents, ces débris portent le nom *d'esquilles*. Ces fractures se montrent surtout sur les os longs, elles sont communes en chirurgie d'armée.

3° Les fractures par écrasement. « Le caractère essentiel de l'écrasement, dit MALGAIGNE (*loc. cit.*, p. 76), est la réduction de l'os en un certain nombre de fragments pressés les uns sur les autres avec tassement et en quelque sorte disparition du tissu spongieux intermédiaire, de telle sorte qu'au premier abord l'os semble avoir subi une perte de substance sans que l'on trouve ni esquilles, ni débris. » Ces fractures se rencontrent principalement sur les os courts et les extrémités osseuses des os longs.

4° Enfin, une dernière classe comprend les cas dans lesquels on rencontre des fractures siégeant sur plusieurs os à la fois : *fractures composées*.

Divisions des fractures complètes d'après l'état des parties périphériques. — Relativement à l'état des parties périphériques, les solutions de continuité des os, quel que soit le genre auquel elles appartiennent, sont dites :

1° *Simple*. — Lorsque le traumatisme s'est borné à produire la lésion osseuse et que les parties périphériques sont en bon état.

2° *Complicées*. — Lorsque, concurremment à la cassure, il existe une lésion des parties périphériques, quelle que soit cette lésion.

Le terme de *fracture compliquée* est habituellement employé pour désigner spécialement la fracture dont le foyer est en communication directe avec l'air extérieur, nous préférons lui réserver le nom d'*exposée*. Telles sont les différentes divisions et qualifications des fractures.

Décollement épiphysaire. — Les épiphyses des os longs se soudent en général à la diaphyse assez tardivement, ainsi les extrémités supérieure du tibia, inférieure du fémur d'une part, les extrémités supérieure de l'humérus et inférieure du radius de l'autre ne se réunissent à la diaphyse chez l'homme qu'à vingt-trois, vingt-quatre, quelquefois même vingt-cinq ans (SAPPEY). On comprend dès lors que certains traumatismes puissent occasionner une véritable séparation entre ces deux segments de l'os.

Les auteurs reconnaissent d'ordinaire trois variétés anatomiques distinctes de décollement épiphysaire.

Lorsque la disjonction se produit exactement au niveau du tissu chondroïde de BROCA, à la jonction de la diaphyse et de l'épiphyse, il existe bien nettement un décollement épiphysaire. Si en se détachant l'épiphyse a entraîné avec elle un fragment de la diaphyse, le décollement se complique d'une fracture dite *fracture épiphysaire*. Cette dernière variété se rencontre sur les enfants de un à cinq ans; le décollement épiphysaire, au contraire, est spécial à la vie intra-utérine et aux premières semaines de la vie. Vers l'âge de dix à quinze ans, alors que les tissus chondroïdes et spongioïdes commencent à disparaître, on voit se produire dans le tissu encore spongieux de l'os, une solution de continuité à laquelle FOUCHER a donné le nom de *préépiphysaire*.

Ces décollements exigent des violences considérables, contrairement à l'opinion de PAJOT, qui attribue ces fractures à des tractions directes; la flexion, la rotation, la torsion seraient les principaux mécanismes de la production du décollement épiphysaire.

Cent cas de ce genre réunis par BRIENS se répartissent comme suit :

Humérus	{	Épiphyse supérieure.....	11 cas.
		— inférieure.....	4 —
Cubitus	{	— supérieure.....	1 —
		— inférieure.....	2 —
Radius	{	Épiphyse inférieure.....	25 —
		Os du bassin.....	3 —
Fémur	{	Épiphyse supérieure.....	2 —
		— inférieure.....	28 —

Tibia	{	Épiphyse supérieure.....	4 cas.
		— inférieure.....	11 —
Péroné	{	— supérieure.....	3 —
		— inférieure.....	4 —
Métatarse	—	2 —

Les décollements se rencontrent donc de préférence sur l'extrémité inférieure du fémur, puis vient l'extrémité inférieure du radius, enfin l'extrémité supérieure de l'humérus.

Rapports des fragments dans les fractures. — Les différentes solutions de continuité que nous venons de passer en revue, ne peuvent pas exister sans qu'un des deux fragments et le plus souvent même les deux ne subissent un déplacement. Il se présente cependant des cas dans lesquels ce déplacement est presque nul ou au moins peu appréciable. De ce nombre sont certaines fractures dentelées dans lesquelles les fragments sont engrenés de telle sorte que le cylindre osseux ne semble pas interrompu; et chez les enfants les fractures dans lesquelles le périoste est resté intact (*fracture intra-périostale*).

Les déplacements, quels que soient leur sens et leur nature, peuvent être ramenés à cinq types principaux.

1° Déplacement en travers	ou suivant	l'épaisseur	du membre.
2° — angulaire	—	la direction	—
3° — par rotation	—	la circonférence	—
4° — par chevauchement	—	} la longueur	—
5° — par écartement	—		

Il est assez fréquent de voir ces divers déplacements se compliquer, on comprend même que le chevauchement ne puisse se produire sans qu'il existe au préalable un déplacement transversal ou par rotation.

Plusieurs circonstances favorisent ce déplacement.

1° *Cause déterminante de la fracture.* — La violence du traumatisme a occasionné la solution de continuité, mais sa puissance, n'étant pas épuisée, agit sur les fragments avec d'autant plus de force qu'ils sont dépourvus de point d'appui.

2° *Influence du poids du corps ou du membre blessé.* — Supposons une fracture de jambe, le malade fait un faux mouvement, le poids du corps presse brusquement sur le fragment supérieur, qui, s'il est taillé en biseau comme cela arrive souvent, vient faire issue à travers les parties molles séparées. Le poids du membre fracturé détermine aussi la déviation du fragment inférieur.

3° *Fausse manœuvre pendant le transport, mouvements du blessé.*

4° *Contraction musculaire.* — Cette cause a sur la déviation des fragments une influence incontestable, mais on a beaucoup exagéré son action. La contraction musculaire, ordinairement d'origine réflexe, paraît consécutive soit à la douleur, soit à l'irritation produite par les fragments osseux directement implantés dans le tissu musculaire; dans quelques variétés de fracture, ce facteur détermine un chevauchement dont il est difficile de triompher, nous