
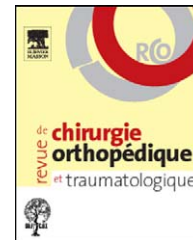




Disponible en ligne sur  
 ScienceDirect  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
 EM|consulte  
www.em-consulte.com



MÉMOIRE ORIGINAL

# Reconstruction des pertes de substances intercalaires après résection des tumeurs osseuses primitives du fémur et du tibia : à propos d'une série de 13 cas<sup>☆</sup>

*Intercalary defects reconstruction of the femur and tibia after primary malignant bone tumor resection. A series of 13 cases*

O. Brunet\*, P. Anract, S. Bouabid, A. Babinet, V. Dumaine, B. Tomeno, D. Biau

Service de chirurgie orthopédique, hôpital Cochin, université Descartes, 26, rue du Faubourg-Saint-Jacques, 75014 Paris, France

Acceptation définitive le : 26 avril 2011

## MOTS CLÉS

Tumeurs osseuses ;  
Autogreffes ;  
Allogreffes ;  
Résection tumorale ;  
Reconstruction osseuse

## Résumé

**Introduction.** – Les reconstructions osseuses intercalaires après résection d'une tumeur osseuse maligne posent un problème mécanique et biologique. L'intervention doit assurer un montage suffisamment solide pour éviter un échec mécanique à court et moyen terme. L'apport biologique d'allogreffe ou d'autogreffe doit permettre la pérennité de la reconstruction dans le temps. L'étude réalisée a pour but d'analyser les résultats cliniques et radiologiques de ces reconstructions.

**Patients et méthode.** – Treize patients ont été opérés (huit fémurs, cinq tibias). L'âge médian était de 20 ans (14–50). L'ostéosarcome était le diagnostic le plus fréquent. La longueur de résection médiane était de 15 cm (Q1–Q3 : 6–26). L'ostéosynthèse a été réalisée dans neuf cas à l'aide d'une plaque et dans quatre cas par un clou centromédullaire. Une autogreffe isolée d'os a été apportée dans deux cas, une allogreffe osseuse isolée dans un cas, une association autogreffe–allogreffe dans six cas et une reconstruction par allogreffe et fibula vascularisée dans quatre cas.

**Résultats.** – La probabilité cumulée de consolidation était de 46 % (IC 95 % : 0%–99 %) à un an et au dernier recul, 12 patients (92 %) avaient acquis une consolidation de la greffe. Treize interventions itératives pour défaut de consolidation ont été réalisées avant de parvenir à ce

DOI de l'article original : [10.1016/j.otsr.2011.03.021](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2011.03.021).

<sup>☆</sup> Ne pas utiliser, pour citation, la référence française de cet article, mais celle de l'article original paru dans *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, en utilisant le DOI ci-dessus.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [brunet.ocane@free.fr](mailto:brunet.ocane@free.fr) (O. Brunet).

résultat. Une fracture non déplacée d'une baguette tibiale est survenue chez un patient, traitée orthopédiquement. Trois infections sont survenues.

*Discussion.* — Les résultats des reconstructions osseuses intercalaires après résection d'une tumeur osseuse sont bons tant sur le plan carcinologique que radiologique. L'obtention de la consolidation osseuse nécessite parfois une ou plusieurs opérations itératives. Nous privilégions l'apport de baguettes tibiales libres car les reconstructions par autogreffes vascularisées sont techniquement difficiles. Le choix du mode d'ostéosynthèse reste controversé et aucun montage n'a démontré sa supériorité.

*Niveau de preuve.* — Niveau IV. Étude rétrospective.

© 2011 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

## Introduction

Les tumeurs osseuses malignes primitives sont rares, elles représentent moins de 1% des cancers et leur incidence est estimée à six pour un million par an [1]. L'augmentation de l'espérance de vie des patients opérés d'une tumeur osseuse maligne, grâce notamment aux progrès de la chimiothérapie, a modifié la prise en charge chirurgicale initiale, avec plus de traitements conservateurs et moins de gestes d'amputation [2–4]. La reconstruction des tumeurs de la région métaphysaire ou métaphysoépiphysaire qui constituent les localisations les plus fréquentes par une prothèse est l'option la plus couramment utilisée [5–7]. En revanche, les tumeurs se situant à distance de l'épiphyse et permettant une conservation de l'articulation sont plus rares et la reconstruction après résection est moins standardisée.

Les tumeurs osseuses malignes localisées aux régions métaphysodiaphysaires des os longs des membres inférieurs sont accessibles à une intervention de résection et reconstruction intercalaire conservant l'articulation à proximité, mais le devenir à long terme de cette reconstruction est incertain. En effet, d'une part, cette intervention doit assurer un montage suffisamment solide pour éviter un échec mécanique de la reconstruction à court et moyen terme ; le choix du mode d'ostéosynthèse en fonction de la localisation et de l'étendue de la résection est déterminant [8,9]. D'autre part, l'apport biologique d'allogreffe osseuse (cryoconservée ou irradiée) ou d'autogreffe osseuse doit permettre la pérennité de la reconstruction dans le temps, grâce notamment à leur intégration à l'os du receveur au niveau des zones de résection.

Les problèmes mécaniques résultants des résections et reconstructions intercalaires sont fréquents avec des taux de non-consolidation entre 17 et 57% selon les séries [10–18], et traduisent souvent un échec à la fois mécanique (stabilité du montage) et biologique (intégration de la greffe). Les fractures secondaires sont des complications fréquentes (entre 9 à 19% selon les séries [10–15,19,20]), conséquence de la non-recolonisation des segments osseux greffés et intercalés. Ces échecs mécaniques et biologiques posent le problème de la stabilité du montage initial [14,16,21]. Enfin, l'infection est une complication fréquente [15] de cette chirurgie délabrante et longue, et réalisée chez des patients souvent immunodéprimés.

Nous avons conduit une étude rétrospective afin d'évaluer les résultats cliniques et radiologiques des patients ayant eu une résection et reconstruction intercalaire d'une tumeur osseuse primitive du membre inférieur.

L'objectif était d'analyser le délai jusqu'à l'obtention d'une consolidation osseuse et d'apporter une analyse critique des problèmes mécaniques, infectieux et biologiques des différentes méthodes chirurgicales utilisées.

## Patients et méthodes

Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique continue sur une série de 13 patients opérés entre 1996 et 2005 dans le service de chirurgie orthopédique de l'hôpital Cochin à Paris, spécialisé en chirurgie tumorale musculosquelettique. Toutes les interventions étaient conduites par des chirurgiens expérimentés en chirurgie tumorale. Les critères d'inclusions étaient les suivants : patients atteints d'une tumeur osseuse maligne primitive d'un membre inférieur ; localisation diaphysaire, métaphysaire ou métaphysodiaphysaire de la tumeur ; chirurgie de résection et reconstruction intercalaire. Les patients atteints d'une tumeur osseuse secondaire ou bénigne, dont la localisation était épiphysaire, les patients dont la résection osseuse conservait une continuité osseuse, et les patients ayant eu une reconstruction prothétique ou une amputation étaient exclus.

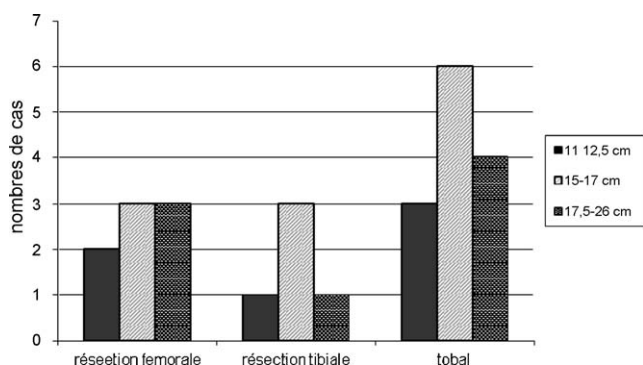
Durant la période étudiée, 13 patients sur 159 ont été opérés d'une tumeur osseuse primitive du membre inférieur correspondaient aux critères de sélection. L'âge médian était de 20 ans (étendue : 14–50) ; il y avait six hommes et sept femmes. Le diagnostic le plus fréquent était l'ostéosarcome (Tableau 1). Huit tumeurs étaient localisées au fémur et cinq au tibia. Les tumeurs étaient diaphysaires dans huit cas (quatre localisations fémorales, et quatre tibiales), métaphysodiaphysaires dans trois cas (deux localisations fémorales et une tibiale) et métaphysaires dans deux cas (localisations fémorales). Un seul patient (patient 6) présentait des métastases avec atteinte pulmonaire et osseuse. Dix patients ont bénéficié d'une chimiothérapie adjuvante. Deux patients ont eu une radiothérapie postopératoire (patients 4 et 6).

La technique de résection suivait les principes de la chirurgie des tumeurs osseuses malignes primitives [22]. La tumeur était enlevée en bloc en laissant une couche de tissu sain au contact de la tumeur. La hauteur des coupes osseuses était déterminée sur l'imagerie par résonance magnétique préopératoire, réalisée avant la chimiothérapie le cas échéant, afin de laisser une marge de deux centimètres d'os sain. La cicatrice et le trajet de biopsie étaient enlevés en bloc avec la pièce de résection.

**Tableau 1** Données préopératoires.

Patient	Âge (ans)	Sexe	Anatomo-pathologie	Localisation	Chimiothérapie néo-adjuvante	Chimiothérapie adjuvante	Radiothérapie
1	23	F	OO	Fémur	Oui	Oui	Non
2	23	F	OO	Fémur	Oui	Oui	Non
3	18	F	OC	Fémur	Oui	Oui	Non
4	22	M	Ewing	Fémur	Oui	Oui	Oui
5	31	M	OO	Fémur	Oui	Oui	Non
6	17	M	Ewing	Fémur	Oui	Oui	Oui
7	20	M	OC	Fémur	Non	Non	Non
8	50	F	OJC	Fémur	Non	Non	Non
9	16	M	OO	Tibia	Oui	Oui	Non
10	18	F	A	Tibia	Non	Non	Non
11	20	M	Ewing	Tibia	Oui	Oui	Non
12	14	F	OO	Tibia	Oui	Oui	Non
13	18	F	OC	Tibia	Oui	Oui	Non

OO : ostéosarcome ostéoblastique ; OC : ostéosarcome chondroblastique ; OJC : ostéosarcome juxtacortical ; A : adamantinome.

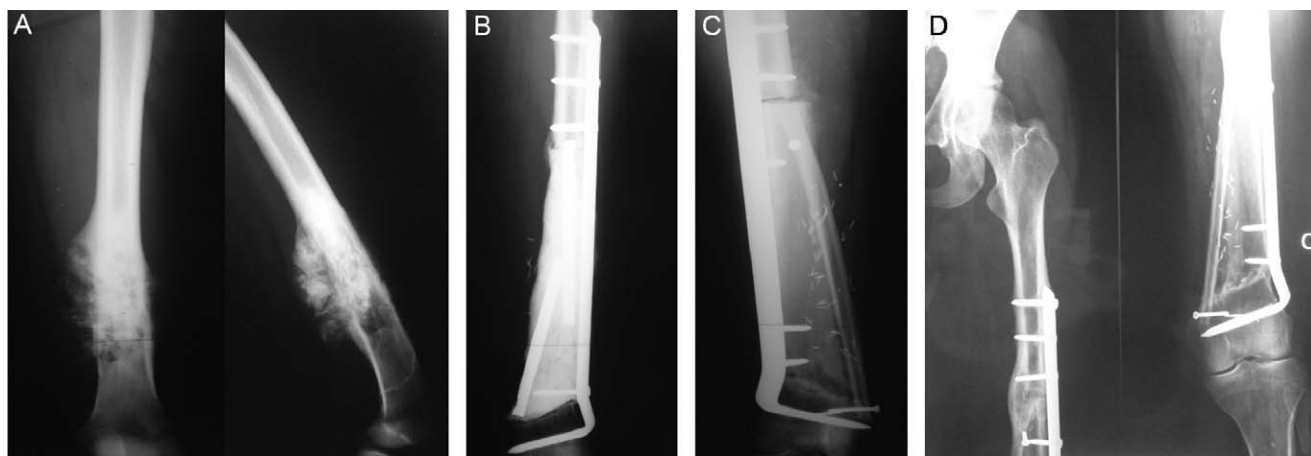
**Figure 1** Longueur de résection tibiale et fémorale.

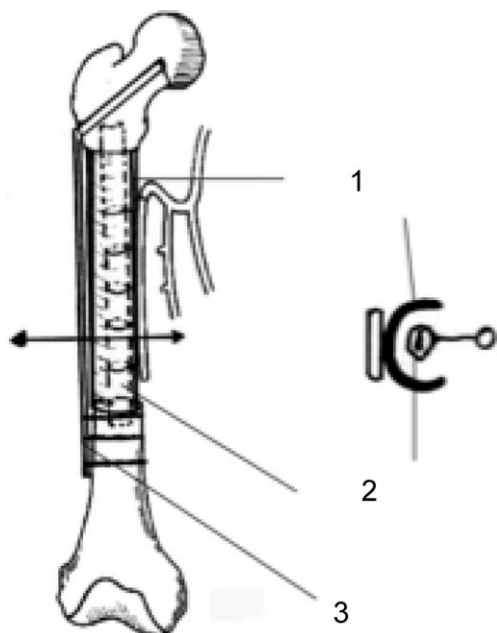
La longueur de résection médiane (Fig. 1) était de 15 cm (premier quartile–troisième quartile [Q1–Q3] : 6–26). Les marges de résection étaient sans contamination chez 12 patients, et avec une contamination microscopique chez un patient (patient 5).

Différentes techniques chirurgicales ont été employées pour la reconstruction des 13 segments osseux résectionnés. Trois autogreffes corticospongieuses, prélevées sous forme de baguettes sur le tibia, ont été réalisées (patient 7, 8, et 9). Dans deux cas, deux baguettes corticales d'environ dix centimètres ont été encadrées dans les fûts proximaux et distaux de part et d'autre de la résection et dans un cas une seule baguette a été utilisée.

Deux allogreffes massives ont été réalisées, une avec un fémur et de façon isolée (patient 6) et une autre avec un tibia associée à une autogreffe spongieuse de crête iliaque (patient 10).

Quatre greffes osseuses par fibula vascularisée manchonnée par une allogreffe massive ont été réalisées (patients 1, 2, 11, et 13). La fibula était incluse dans la diaphyse d'une allogreffe massive de fémur ou de tibia et dépassait environ d'un centimètre de part et d'autre de l'allogreffe pour venir s'encadrer dans les deux segments osseux receveurs de part et d'autre de la résection (Fig. 2 et 3). À chaque fois, la greffe était réalisée dans

**Figure 2** Résection intercalaire d'un ostéosarcome ostéoblastique métaphysodiaphysaire de fémur et reconstruction par plaque, allogreffe massive et fibula vascularisée (cas n° 1). A. Préopératoire. B. Premier temps : espaceur en ciment. C. Second temps. D. Recul à 48 mois.



**Figure 3** Schéma d'une résection intercalaire de la diaphyse fémorale reconstruite par une fibula vascularisée et un clou-plaque. Techniques et indications des greffes et transplantations osseuses et ostéocartilagineuses. 1. Manchon d'allogreffe ouvert sur toute la longueur. 2. Fibula vascularisée. 3. Ostéosynthèse par clou-plaque. Source : Anract P, Vastel L, Tomeno B. EMC, Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie. 44-030-A, 1999.

un second temps opératoire quelques mois après avoir effectué la résection. Un espaceur en ciment assurait la stabilité du montage entre les deux temps opératoires.

Enfin, dans quatre cas (patients 3, 4, 5 et 12), une allogreffe massive a été utilisée en association avec une baguette corticospongieuse tibiale prélevée du côté controlatéral. Les dix allogreffes massives (cinq fémurs et cinq tibias) implantées étaient congelées et irradiées et provenaient de la banque osseuse de l'hôpital Cochin.

De l'os spongieux a été ajouté afin de favoriser la consolidation des montages dans huit cas. Pour six patients, l'os provenait du tibia controlatéral (patient 3, 4, 5, 7, 9 et 12), pour un patient (patient 10) de l'os iliaque homolatéral, et pour un dernier patient (patient 8) d'une tête fémorale de banque. Cet os était tassé aux niveaux des jonctions entre l'os receveur et la greffe corticale. Enfin, une greffe intertibiopéronière était réalisée systématiquement en cas de résection tibiale grâce à l'apport de ce même os spongieux.

Chez neuf patients, la synthèse a été réalisée par une plaque (cinq reconstructions fémorales, quatre reconstructions tibiales), et chez quatre patients par un clou centromédullaire (trois reconstructions fémorales, une reconstruction tibiale) (Tableau 2).

Lors de l'utilisation d'une allogreffe, les plaques pontaient celle-ci, avec en général une à deux vis à chaque extrémité de l'allogreffe et au moins trois vis de part et d'autre de la résection (Fig. 4). Les clous pontaient l'apport osseux et étaient systématiquement verrouillés à la partie distale et à la partie proximale (Fig. 5).

Le critère de jugement principal était le délai d'obtention d'une consolidation de la reconstruction. La consolidation était considérée comme acquise à l'association d'une fusion entre l'os receveur et la greffe aux deux extrémités et un appui total indolore. Les délais étaient calculés à partir de la date de résection, y compris pour les interventions réalisées en plusieurs temps comme les greffes par fibula vascularisée.

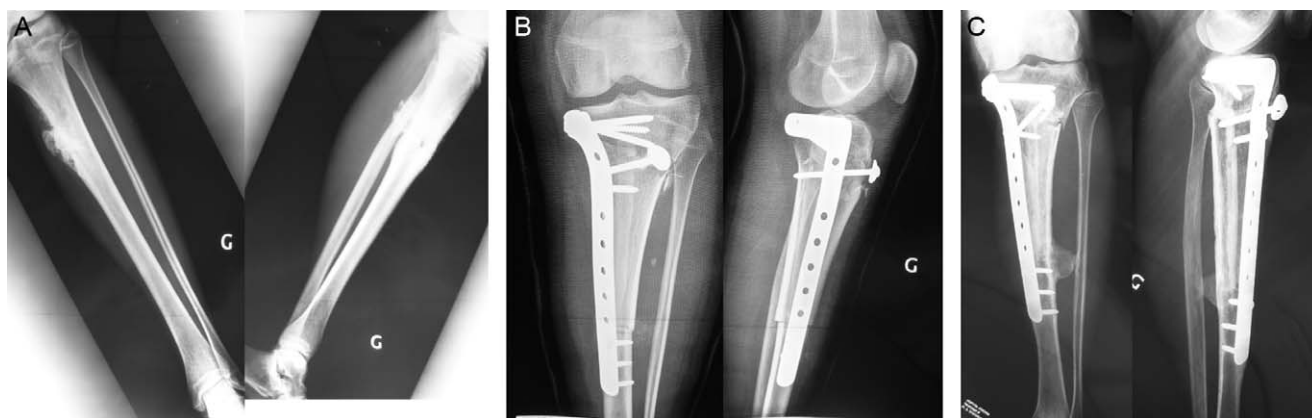
Les critères de jugement secondaires étaient la probabilité cumulée de reprise chirurgicale quelles que soient la cause et la probabilité cumulée de reprise chirurgicale pour raisons mécaniques uniquement. Les probabilités cumulées des événements considérés étaient estimées en tenant compte des risques compétitifs, notamment du décès et, en fonction de l'événement d'intérêt, des reprises pour causes infectieuses, tumorales ou autres [23].

Les estimations des probabilités cumulées sont présentées avec leur intervalle de confiance à 95 % (IC 95%). Les données quantitatives sont rapportées avec la médiane,

**Tableau 2** Données per- et postopératoires.

Patient	Résection	Synthèse	Greffe	Complications	
1	Diaphyso-métaphysaire	Plaque	Allo + FV	Pseudarthrose	AMI
2	Diaphyso-métaphysaire	Plaque	Allo + FV	Non	
3	Diaphysaire	Clou centromédullaire	Allo + autocortico-spongieuse	Non	
4	Diaphysaire	Clou centromédullaire	Allo + autocortico-spongieuse	Pseudarthrose	Fracture
5	Diaphysaire	Plaque	Allo + autocortico-spongieuse	Non	
6	Diaphysaire	Clou centromédullaire	Allo	Pseudarthrose	
7	Métaphysaire	Plaque	Autocortico-spongieuse	Sepsis	Hématome
8	Métaphysaire	Plaque	Allo + autocortico-spongieuse	Non	
9	Diaphysaire	Plaque	Autocortico-spongieuse	Fracture	
10	Diaphysaire	Clou centromédullaire	Allo + autospongieuse (crête iliaque)	Non	
11	Diaphysaire	Plaque	Allo + FV	Pseudarthrose	Sepsis Paralyse SPE
12	Diaphysométaphysaire	Plaque	Allo + autocortico-spongieuse	Sepsis	
13	Diaphysaire	Plaque	Allo + FV	Non	

FV : fibula vascularisée ; AMI : ischémie aiguë du membre inférieur ; SPE : nerf sciatique poplité externe.



**Figure 4** Résection intercalaire d'un ostéosarcome ostéoblastique métaphysodiaphysaire de tibia et reconstruction par plaque, allogreffe massive et autogreffe corticospongieuse (cas n° 12). A. Prépératoire. B. Postopératoire immédiat. C. Recul à 39 mois.

le premier et le troisième quartile (Q1–Q3) sauf précision contraire. Les analyses ont été effectuées sur le logiciel R [24].

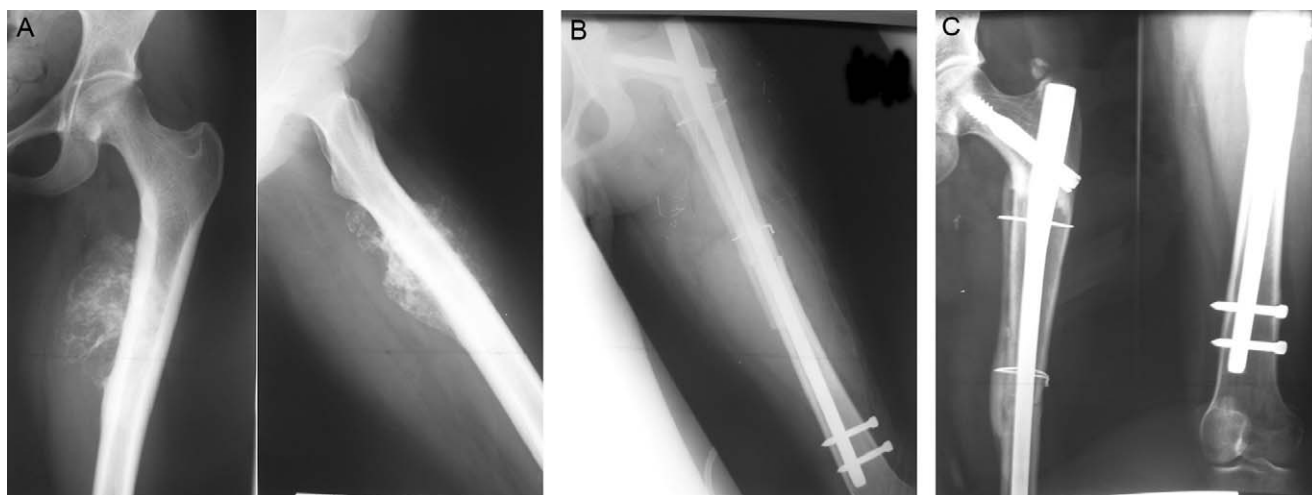
## Résultats

La durée médiane d'hospitalisation était de 12 jours (Q1–Q3 : 9–21). La durée médiane du suivi était de 48 mois (Q1–Q3 : 24–131). Au dernier recul 12 patients étaient vivants sans évidence de maladie, et un seul patient (patient 6) était vivant malade. Aucune morbidité n'a été constatée sur les sites donneurs en cas d'autogreffe. Aucune récurrence tumorale locale n'est survenue.

La probabilité cumulée de consolidation était de 46 % (IC 95 % : 0%–99%) à un an et 90 % (IC 95 % : 0%–100%) à cinq ans (Fig. 6). Au dernier recul, 12 patients (92%) avaient acquis une consolidation de la greffe. La consolidation avait été acquise sans nouvelle intervention pour neuf patients et après une intervention pour quatre autres. Un patient (patient 6), n'avait pas consolidé à la date des

dernières nouvelles. Cependant, du fait de son mauvais état général (métastases pulmonaires et osseuses d'un sarcome d'Ewing) aucune intervention n'a été proposée. La probabilité cumulée de reprise chirurgicale quelle que soit la cause était de 38 % à un an (IC 95 % : 0%–97%) et de 88 % à cinq ans (1%–100%). La probabilité cumulée de reprise chirurgicale pour raisons mécaniques était de 23 % (IC 95 % : 0%–99%) à un an et de 73 % à cinq ans (IC 95 % : 0%–100%). Dix patients ont été réopérés pour un total de 22 interventions. Treize interventions chez huit patients ont été réalisées pour raisons mécaniques, six interventions chez trois patients pour raisons infectieuses, et trois interventions chez un même patient pour autres raisons.

Sept interventions pour raisons mécaniques, et deux pour raisons infectieuses, ont été réalisées chez les quatre patients n'ayant pas consolidé initialement. Trois patients (patients 1, 4, et 8) ont nécessité une décortication associée à une autogreffe d'os corticospongieux iliaque homolatéral avec changement du matériel d'ostéosynthèse pour deux et sans changement du matériel pour l'autre. Le quatrième patient (patient 11) a nécessité six interventions,



**Figure 5** Résection intercalaire d'un ostéosarcome chondroblastique diaphysaire de fémur et reconstruction par clou centromédullaire, allogreffe massive et autogreffe corticospongieuse (cas n° 3). A. Prépératoire. B. Postopératoire immédiat. C. Recul à 34 mois.



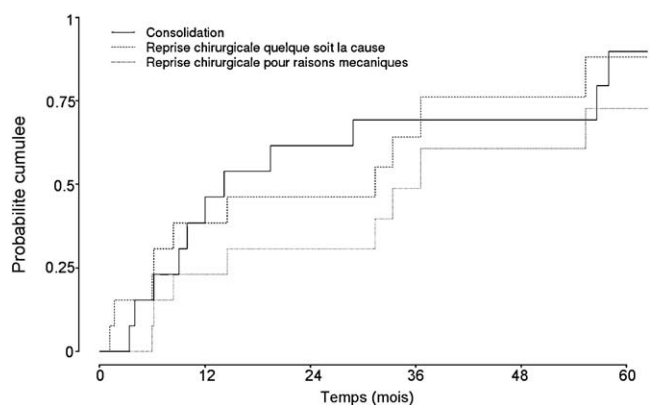


Figure 6 Incidence cumulée des événements considérés.

quatre pour raisons mécaniques et deux pour raisons infectieuses, avant d'obtenir la consolidation. Une première intervention constituait le second temps opératoire de la reconstruction initiale avec la mise en place de la fibula vascularisée et manchonnée d'une allogreffe. Ensuite, trois ans et quatre mois après la résection tumorale une bascule en varus de l'axe jambier à 18° a nécessité une cure de pseudarthrose avec décortication et autogreffe corticospongieuse, et changement du matériel d'ostéosynthèse. Une infection polymicrobienne à *Enterobacter cloacae* et *Propionibacterium acnes* est survenue quatre mois après cette intervention. Il a présenté une fistulisation à la peau qui a nécessité un premier lavage avec ablation du matériel d'ostéosynthèse (une plaque) et mise en place d'un espaceur en ciment chargé de gentalline et réalisation d'un lambeau sural postérolatéral fasciocutané en îlot. Un lavage itératif a été nécessaire en raison de l'absence de normalisation de la CRP, avec mise en place d'un nouvel espaceur en ciment à la gentalline et nécessité d'une greffe de peau. Une antibiothérapie par pipéracilline et péfloxacin a été instaurée pendant deux mois. Enfin, une reconstruction selon la technique de membrane induite en deux temps a permis l'obtention de la consolidation. Aux dernières nouvelles, 35 mois après le dernier geste chirurgical, il n'y a pas de signes cliniques ou biologiques en faveur évoquant une récurrence de l'infection.

Six interventions pour raisons infectieuses ont été réalisées chez trois patients (patient 7, 11, et 12). Un patient (patient 7) a présenté une infection précoce au quatrième jour postopératoire à *Staphylococcus coagulase négative*. Un nettoyage chirurgical a été réalisé et associé à une triple antibiothérapie associant vancomycine, péfloxacin et clindamycine pendant dix jours. Aux dernières nouvelles, 62 mois après le geste chirurgical, il n'y a pas eu de récurrence de l'infection. Un patient (patient 11) a développé une infection polymicrobienne à *Enterobacter cloacae* et *Propionibacterium acnes* sur reconstruction tibiale, survenue trois ans et huit mois après la résection tumorale. Les deux interventions pour raisons infectieuses ayant été réalisées chez ce patient sont décrites plus haut. Enfin, un dernier patient (patient 12) a présenté une désunion cutanée à la sixième semaine postopératoire traitée dans un premier temps par excision et lavage. Face à la récurrence de la désunion un lambeau fasciocutané saphène interne a été réalisé cinq semaines plus tard. Une infection est survenue au septième

mois postopératoire pour laquelle un nettoyage chirurgical a été réalisé, associé à une antibiothérapie (*Staphylococcus coagulase négative lugdunensis*) par vancomycine pendant sept jours, ofloxacine et lincosamide pendant quatre mois. Aux dernières nouvelles, 38 mois après le geste chirurgical, il n'y a pas eu de récurrence de l'infection.

Six autres interventions ont été réalisées pour raisons mécaniques : trois interventions constituaient le second temps opératoire de la reconstruction initiale avec la mise en place d'une fibula vascularisée manchonnée d'une allogreffe ; deux ablations de matériels et une arthroplastie par prothèse totale de genou pour arthrose. Trois interventions ont été réalisées pour raisons autres chez un même patient (patient 1) : un pontage fémoropoplité à l'aide d'une veine saphène a été nécessaire le jour même de l'intervention du second temps de reconstruction suite à une ischémie aiguë du membre inférieur opéré sur interruption de l'artère fémorale superficielle lors de l'anastomose d'une fibula vascularisée ; un syndrome de loge de revascularisation suite à ce pontage a conduit à la réalisation d'une aponévrotomie de décharge le lendemain ; une reprise de cicatrice chéloïde a été réalisée plus tard. Une fracture non déplacée d'une autogreffe de baguette tibiale est survenue chez un patient (patient 9) ; la mise en décharge pendant un mois et demi a été suffisante pour obtenir la consolidation.

## Discussion

Dans cette étude, nous avons évalué les résultats cliniques et radiologiques de 13 patients ayant eu une résection d'une tumeur osseuse primitive du membre inférieur suivie d'une reconstruction intercalaire avec greffe osseuse.

Notre travail présentait des limites affectant la validité interne et externe des résultats. Premièrement, le petit nombre de patients ne permet pas d'analyser l'effet de différentes covariables comme le type de greffe ou le matériel d'ostéosynthèse sur le délai jusqu'à consolidation osseuse. Deuxièmement, les reconstructions étaient hétérogènes et l'estimation des résultats présente une certaine incertitude du fait du faible nombre de sujets analysés. Néanmoins, ces limites sont directement le fait de la faible incidence des tumeurs osseuses malignes, et elles sont aussi présentes dans les autres séries de la littérature.

Les tumeurs osseuses malignes primitives sont en effet rares et leur prise en charge chirurgicale initiale est de plus en plus conservatrice [2–4]. Ces tumeurs sont le plus souvent accessibles à une intervention de résection et reconstruction intercalaire conservant l'articulation à proximité, mais ces reconstructions posent des problèmes spécifiques et leur devenir à long terme est incertain. Les pseudarthroses, les infections et les fractures sont des complications fréquentes nécessitant une ou plusieurs réinterventions (Tableau 3). Dans des séries rétrospectives de 53 à 112 patients rapportant les résultats de résection et reconstruction intercalaires de tumeurs malignes osseuses avec des reculs moyens entre 25 et 63 mois, le taux de non consolidation au dernier recul des allogreffes massives variait de 1 à 17% [14–16], [20]. En cas de reconstruction par autogreffe isolée, des séries rétrospectives de huit à 40 patients avec un recul moyen entre 20 et 69 mois ont rapporté entre 0 et 10% de non consolidation au dernier

**Tableau 3** Résultats de la littérature.

Série	Cas	Recul moyen (mois)	Type de greffe	Pseudarthrose (%)	Sepsis (%)	Fracture (%)	Récidive locale (%)
Kreig [9]	16	49	Auto massive irradiée + FV	16	0	6	0
Gebhardt [14]	53	25	Allo massive congelée	22	30	11	9
Muscolo [18]	59	60	Allo massive congelée	15	5	7	10
Donati [20]	113	12	Allo massive congelée	57	14	15,5	0
Enneking [25]	40	42	Autogreffe corticale + FV	33	5	20	0
Sugiura [26]	19	57	Auto massive autoclave	32	5	10	0
Ahmed [27]	31	69	Auto massive autoclave	6	16	10	0
Manabe [28]	23	52	Auto massive autoclave	8	20	12	0
Khattak [29]	12	49	Auto massive autoclave	8	41	0	16
Sugiura [30]	15	48	Auto massive autoclave	14	13	13	0
Uyttendaele [31]	15	60	Auto massive irradiée	6	13	?	13
Araki [32]	20	45	Auto massive irradiée	20	15	5	0

Auto : autogreffe ; Allo : allogreffe ; FV : fibula vascularisée.

recul [9,25–33]. Les facteurs suivants ont été rapportés comme associés au délai de consolidation : le type de greffe, l'ostéosynthèse, la longueur de résection et la chimiothérapie associée [17]. La consolidation en cas d'utilisation d'une fibula vascularisée serait plus rapidement obtenue [26,34,35], mais nous préférons à cette technique longue et difficile adjoindre une baguette tibiale à l'allogreffe, dont la réalisation aisée et peu douloureuse permet l'apport d'une quantité suffisante d'os, à la fois spongieux et cortical. Différentes techniques de reconstruction sont par ailleurs employées dans ces études, avec des résultats qui semblent similaires [8,9,13,15,18] (Tableau 3).

Nous rapportons trois cas d'infection, qui ont guéri après une ou plusieurs reprises chirurgicales associées à une antibiothérapie adaptée. Gebhardt et al. [14] retrouvaient dans sa série rétrospective de 53 patients rapportant les résultats de résection et reconstruction intercalaires de tumeurs malignes osseuses par allogreffe un taux de 30 % d'infections malgré un recul moyen inférieur à celui de notre étude (25 versus 55 mois). En cas de reconstruction par autogreffe isolée, les séries rétrospectives de 12 à 40 patients retrouvaient entre 0 et 42 % d'infections [9,25–32]. Le taux d'infection semblait associé à la longueur de la résection et au recours à une chimiothérapie adjuvante [14]. Il serait moindre lors de l'utilisation d'une fibula vascularisée [35]. Nos résultats sont comparables à ceux des études rapportant les résultats de reconstructions par autogreffes isolées (Tableau 3).

Un cas de fracture a été rapporté, traité orthopédiquement. Le taux de fracture sur des reconstructions faites par allogreffes massives après résection intercalaire de tumeurs osseuses malignes dans des séries rétrospectives de 26 à 120 patients variait de 9 à 19 % [10–14,19,20,36] (Tableau 3). En cas de reconstructions par autogreffe isolée, les séries rétrospectives de 12 à 40 patients retrouvaient entre 0 et 45 % de fractures [9,25–30,32]. La longueur de résection, le type de greffe et l'ostéosynthèse ont été rapportés comme étant associés au risque de fracture secondaire [21,25,37–42]. Il semblerait que les ostéosyntheses par plaques ou clous centromédullaires soient moins pourvoyeuses de fractures que celles par vis isolées [9,32]. Pour

notre part, nous privilégions les clous centromédullaires en cas de résection diaphysaire, et les plaques en cas d'atteinte métaphysodiaphysaire ou de reconstruction par fibula vascularisée. Nous ne recommandons plus les interventions en deux temps, du fait de la difficulté de la dissection secondaire et, par conséquent, de la majoration du risque d'ischémie aiguë du membre inférieur dans les suites opératoires.

## Conclusion

Les résultats mécaniques des reconstructions osseuses intercalaires après résection d'une tumeur osseuse sont satisfaisants, avec l'obtention d'une consolidation osseuse chez plus de 90 % des patients. Néanmoins, les délais d'obtention de la consolidation sont longs et les interventions secondaires pour pseudarthrose ou infection sont fréquentes ; les patients doivent être informés de ces risques. Nous recommandons d'adjoindre une autogreffe de baguette tibiale à l'allogreffe intercalaire, bien plus simple à réaliser qu'une fibula vascularisée, et de réaliser l'intervention en un temps. L'allogreffe intercalaire et l'ostéosynthèse assurent ainsi une stabilité mécanique primaire en attendant l'intégration biologique de l'autogreffe afin d'assurer la pérennité de la reconstruction. L'utilisation d'un clou centromédullaire doit être privilégiée en cas de résection diaphysaire, les plaques devant être réservées aux reconstructions après résections métaphysodiaphysaires.

## Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

## Références

- [1] Anract P, Golwasser F. Épidémiologie des cancers osseux. In: Cancers osseux. Paris: John Libbey; 2007. p. 2.

- [2] Harris IE, Leff AR, Gitelis S, Simon MA. Function after amputation, arthrodesis, or arthroplasty for tumors about the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72:1477–85.
- [3] Rougraff BT, Simon MA, Kneisl JS, Greenberg DB, Mankin HJ. Limb salvage compared with amputation for osteosarcoma of the distal end of the femur. A long-term oncological, functional, and quality-of-life study. *J Bone Joint Surg Am* 1994;76:649–56.
- [4] Simon MA, Aschliman MA, Thomas N, Mankin HJ. Limb-salvage treatment versus amputation for osteosarcoma of the distal end of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68:1331–7.
- [5] Biau DJ, Faure F, Katsahian S, Jeanrot C, Tomeno B, Anract P. Survival of total knee replacement with a megaprosthesis after bone tumor resection. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:1285–93.
- [6] Kassab M, Dumaine V, Babinet A, Ouaknine M, Tomeno B, Anract P. Twenty-nine shoulder reconstructions after resection of the proximal humerus for neoplasm with mean 7-year follow-up. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2005;91(1):15–23.
- [7] Anract P, Coste J, Vastel L, Jeanrot C, Mascard E, Tomeno B. Proximal femoral reconstruction with megaprosthesis versus allograft prosthesis composite. A comparative study of functional results, complications and longevity in 41 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2000;86:278–88.
- [8] Toméno B, Gerber C. Les résections–reconstructions diaphysaires des grands os des membres en pathologie tumorale. À propos de 23 cas. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1987;73:131–6.
- [9] Kreig AH, Davidson AW, Stalley PD. Intercalary femoral reconstruction with extracorporeal irradiated autogenous bone graft in limb-salvage surgery. *J Bone Joint Surg Br* 2007;89:366–71.
- [10] Cara JA, Laclériga A, Cañadell J. Intercalary bone allografts. Twenty-three tumor cases followed for 3 years. *Acta Orthop Scand* 1994;65:42–6.
- [11] Mnaymeh W, Malinin TI, Lackman RD, Hornicek FJ, Ghandur-Mnaymeh L. Massive distal femoral osteoarticular allografts after resection of bone tumors. *Clin Orthop Relat Res* 1994;303:103–15.
- [12] San-Julian M, Cañadell J. Fractures of allografts used in limb preserving operations. *Int Orthop* 1998;22:32–6.
- [13] Vander Griend RA. The effect of internal fixation on the healing of large allografts. *J Bone Joint Surg Am* 1994;76:657–63.
- [14] Gebhardt MC, Flugstad DI, Springfield DS, Mankin HJ. The use of bone allografts for limb salvage in high-grade extremity osteosarcoma. *Clin Orthop Relat Res* 1991;270:181–96.
- [15] Ortiz-Cruz E, Gebhardt MC, Jennings LC, Springfield DS, Mankin HJ. The results of transplantation of intercalary allografts after resection of tumors. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:97–106.
- [16] Donati D, Di Liddo M, Zavatta M, Manfrini M, Bacci G, Picci P, et al. Massive bone allograft reconstruction in high-grade osteosarcoma. *Clin Orthop Relat Res* 2000;377:186–94.
- [17] Hornicek FJ, Gebhardt MC, Tomford WW, Sorger JI, Zavatta M, Menzner JP, et al. Factors affecting nonunion of the allograft-host junction. *Clin Orthop Relat Res* 2001;382:87–98.
- [18] Muscolo DL, Ayerza MA, Aponte-Tinao L, Ranalletta M, Abalo E. Intercalary femur and tibia segmental allografts provide an acceptable alternative in reconstructing tumor resections. *Clin Orthop Relat Res* 2004;426:97–102.
- [19] Mankin HJ, Doppelt SH, Sullivan TR, Tomford WW. Osteoarticular and intercalary allograft transplantation in the management of malignant tumors of bone. *Cancer* 1982;50:613–30.
- [20] Donati D, Capanna R, Campanacci D, Del Ben M, Ercolani C, Masetti C, et al. The use of massive bone allografts for intercalary reconstruction and arthrodeses after tumor resection. A multicentric European study. *Chir Organi Mov* 1993;78:81–94.
- [21] Ozaki T, Hillmann A, Bettin D, Wuisman P, Winkelmann W. Intramedullary, antibiotic-loaded cemented, massive allografts for skeletal reconstruction. Twenty-six cases compared with 19 uncemented allografts. *Acta Orthop Scand* 1997;68:387–91.
- [22] Vichard P, Cagneux E. Traitement chirurgical des tumeurs des os. *Encyclopédie médicochirurgicale appareil locomoteur*. 2001 (5), Elsevier SAS, p. 14–701.
- [23] Biau DJ, Latouche A, Porcher R. Competing events influence estimated survival probability: when Kaplan-Meier analysis appropriate? *Clin Orthop Relat Res* 2007;462:229–33.
- [24] R Development Core Team (2006). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL: <http://www.R-project.org>.
- [25] Enneking WF, Eady JL, Burchardt H. Autogenous cortical bone grafts in the reconstruction of segmental skeletal defects. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62:1039–58.
- [26] Sugiura H, Yamamura S, Sato K, Katagiri H, Nishida Y, Nakashima H, et al. Remodelling and healing process of moderately heat-treated bone grafts after wide resection of bone and soft-tissue tumors. *Arch Orthop Trauma Surg* 2003;123:514–20 [Epub 2003].
- [27] Ahmed AR, Manabe J, Kawaguchi N, Matsumoto S, Matsushita Y. Radiographic analysis of pasteurized autologous bone graft. *Skeletal Radiol* 2003;32:454–61.
- [28] Manabe J, Ahmed AR, Kawaguchi N, Matsumoto S, Kuroda H. Pasteurized autologous bone graft combined with bone and soft tissue sarcoma. *Clin Orthop Relat Res* 2004;419:258–66.
- [29] Khattak MJ, Umer M, Haroon-ur-Rasheed, Umar M. Autoclaved tumor bone for reconstruction: an alternative in developing countries. *Clin Orthop Relat Res* 2006;447:138–44.
- [30] Sugiura H, Takahashi M, Nakanishi K, Nishida Y, Kamei Y. Pasteurized intercalary autogenous bone graft combined with vascularized fibula. *Clin Orthop Relat Res* 2007;456:196–202.
- [31] Uyttendaele D, De Schryver A, Claessens H, Roels H, Berkvens P, Mondelaers W. Limb conservation in primary bone tumours by resection, extracorporeal irradiation and re-implantation. *J Bone Joint Surg Br* 1988;70:348–53.
- [32] Araki N, Myoui A, Kuratsu S, Hashimoto N, Inoue T, Kudawara I, et al. Intraoperative extracorporeal autogenous irradiated bone grafts in tumor surgery. *Clin Orthop Relat Res* 1999;368:196–206.
- [33] Böhm P, Fritz J, Thiede S, Budach W. Reimplantation of extracorporeal irradiated bone segments in musculoskeletal tumor surgery: clinical experience in eight patients and review of the literature. *Langenbecks Arch Surg* 2003;387:355–65.
- [34] Chang DW, Weber KL. Use of a vascularized fibula bone flap and intercalary allograft for diaphyseal reconstruction after resection of primary extremity bone sarcomas. *Plast Reconstr Surg* 2005;116:1918–25.
- [35] Chen CM, Disa JJ, Lee HY, Mehrara BJ, Hu QY, Nathan S, et al. Reconstruction of extremity long bone defects after sarcoma resection with vascularized fibula flaps: a 10-year review. *Plast Reconstr Surg* 2007;119:915–24.
- [36] Berrey Jr BH, Lord CF, Gebhardt MC, Mankin HJ. Fractures of allografts. Frequency, treatment, and end-results. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72:825–33.
- [37] Bernd L, Sabo D, Zahlten-Hinguranage A, Niemeyer P, Daecke W, Simank HG. Experiences with vascular pedicled fibula in reconstruction of osseous defects in primary malignant bone tumors. *Orthopade* 2003;32:983–93.
- [38] Pollock R, Stalley P, Lee K, Pennington D. Free vascularized fibula grafts in limb-salvage surgery. *J Reconstr Microsurg* 2005;21:79–84.
- [39] O'Brien BM, Gumley GJ, Dooley BJ, Pribaz JJ. Folded free vascularized fibula transfer. *Plast Reconstr Surg* 1988;82:311–8.
- [40] Ceruso M, Falcone C, Innocenti M, Delcroix L, Capanna R, Manfrini M. Skeletal reconstruction with a free vascularized fibula graft associated to bone allograft after resection of



- malignant bone tumor of limbs. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2001;33:277–82.
- [41] Abe S, Tateishi A, Tokizaki T, Takeyama S, Nakano H, Matsushita T. Mechanical failure of unsupported Huckstep intramedullary nail in malignant bone tumor reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 2001;393:272–8.
- [42] Wunder JS, Davis AM, Hummel JS, Mandelcorn J, Griffin AM, Bell RS. The effect of intramedullary cement on intercalary allograft reconstruction of bone defects after tumour resection: a pilot study. *Can J Surg* 1995;38:521–7.