

## Le pied diabétique

Dr Claude Garceau MD FRCP en médecine interne  
IUCPQ-UL

mis à jour le 13 décembre 2021

Le diabète constitue l'une des principales causes d'amputation du pied. En outre, les infections et autres lésions du pied représentent un fardeau clinique pour les soins de santé et sont une cause d'invalidité pour les diabétiques sur le marché du travail.

**De la perte de sensibilité à l'ulcère, de l'ulcère à l'infection, de l'infection à la gangrène et à l'amputation**

Cette phrase résume bien la progression des complications du pied chez le diabétique. Le mauvais contrôle glycémique sous-tend l'apparition de la neuropathie diabétique (voir chapitre sur la neuropathie) qui se manifeste le plus souvent par une perte progressive de la sensibilité distale des orteils d'abord, puis du reste du pied. Le diabétique atteint de neuropathie perd graduellement les signaux normaux pouvant le renseigner sur la présence de frottements entre son pied et sa chaussure lorsqu'il marche, puis devient incapable de reconnaître les microtraumatismes pouvant conduire à des blessures.



Mal perforant plantaire

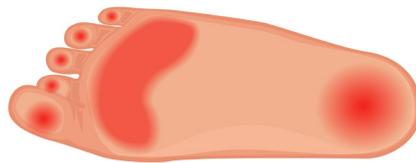
Les frottements répétés entre la chaussure et le pied stimulent la formation de callosités qui, gagnant en épaisseur, augmentent la pression aux points de contact. Le cisaillement entre les clivages des plans dermiques sains et les callosités peut résulter en une accumulation de liquides entre la callosité et les plans dermiques profonds. La marche génère l'ulcération. Localisée au métatarse, l'ulcération est une des lésions caractérisant le pied diabétique et se nomme le **mal perforant plantaire**.

L'atteinte neuropathique touche les fibres sympathiques qui, en temps normal, jouent un rôle dans la régulation de la sudation des pieds. Chez les patients diabétiques, la peau des pieds est souvent sèche, un facteur qui favorise :

- le fendillement de la surface cutanée
- la prolifération bactérienne
- et, ultimement, l'infection.



Localisations fréquentes des ulcères du pied diabétique



Les orteils en marteau favorisent les points de contact et l'apparition d'ulcérations

L'atteinte neuropathique favorise aussi un déséquilibre de tonus entre les fléchisseurs et extenseurs musculaires des orteils ce qui provoque l'apparition de déformations comme les orteils en marteau qui, en cas d'insensibilité à la douleur, deviennent des zones à risque de blessures.



L'hallux valgus favorise l'apparition d'ulcérations

La présence de difformités courantes d'**origine non diabétique** sont des facteurs favorisant aussi les ulcérations. Par exemple, l'**hallux valgus** qui se présente comme une bosse à la base du gros orteil, créée par une déviation de l'articulation. Le gros orteil se déplace vers le 2<sup>e</sup> orteil qui se déforme progressivement et des durillons apparaissent sur les orteils et la plante du pied. L'avant-pied élargi et les durillons rendent le pied difficile à chausser et augmentent la pression et le frottement aux points de contact avec la chaussure.

Chez certains diabétiques, l'atteinte d'un autre type de fibres nerveuses peut conduire à la déformation progressive du pied par des microfractures osseuses. Ces déformations, appelées le **pied de Charcot**, favorisent l'apparition d'ulcérations.

Des chaussures mal adaptées à l'anatomie du pied contribuent aux lésions du pied diabétique.

L'ulcération du pied diabétique favorise la colonisation bactérienne et la cellulite (inflammation du tissu conjonctif cellulaire). En raison de la proximité des surfaces osseuses, l'ulcère diabétique infecté se complique d'une infection osseuse de proximité (ostéomyélite) dans environ 50 % des cas. L'infection tend à envahir les structures profondes du pied. Si un traitement radical n'est pas appliqué, le processus mène à la gangrène et parfois à l'amputation.



Les déformations du pied de Charcot favorisent les ulcérations à la plante du pied

## L'approche thérapeutique de l'ulcère du pied diabétique

### La décharge de poids °

La fermeture d'un ulcère de pied diabétique est impossible sans une stratégie adéquate de décharge de poids. Les solutions efficaces dépendent de la localisation de l'ulcération.

Localisation de la plaie	Solution de décharge de poids	Avantages	Inconvénients
Avant-pied (métatarses) : mal perforant plantaire	Chaussure de décharge de l'avant-pied Darco <sup>MD</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amovible : facilite changement de pansement</li> <li>• Coût modeste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solution temporaire en cas de plaie infectée</li> <li>• Augmente le risque de chute chez les patients âgés</li> <li>• Pas toujours portée lors de la marche</li> </ul>
	Plâtre de contact total	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le plus efficace pour ce type de plaie</li> <li>• Répartit mieux le poids sur ensemble du pied</li> <li>• Inamovible : toujours porté lors de la marche</li> <li>• Meilleur taux de fermeture de plaie</li> <li>• Changement de pansement facilité par le perçage d'une fenêtre sur plaie</li> <li>• Rentable pour les soins de santé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exige une équipe spécialisée en plâtre</li> <li>• Inamovible : complique le changement de pansement</li> <li>• Augmente le risque de chute chez les patients âgés</li> <li>• Peut provoquer de nouveaux points de contact → nouvelles plaies</li> <li>• Contre-indiqué pour les plaies infectées et/ou exsudatives</li> </ul>
	Total (compagnie Cutimed)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N'exige pas d'équipe spécialisée en plâtre</li> <li>• Se pose en 30 minutes</li> <li>• Peut être retiré chaque semaine</li> <li>• Permet l'examen de la plaie</li> <li>• 100 \$/plâtre x 4 plâtres</li> <li>• Rentable pour les soins de santé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contre-indiqué pour les plaies infectées et/ou exsudatives</li> <li>• Perçage impossible d'une fenêtre sur la plaie</li> </ul>
	Botte haute Aircast <sup>MD</sup> amovible rendue inamovible par bandages en fibre de verre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bons résultats</li> <li>• Permet l'examen des plaies et le changement de pansement des plaies exsudatives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut favoriser les chutes chez les personnes âgées</li> <li>• Remboursement non assuré par la RAMQ</li> </ul>

Localisation de la plaie	Solution de décharge de poids	Avantages	Inconvénients
Partie médiane du pied	Botte haute amovible ou rendue inamovible	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bons résultats</li> <li>• Permet l'examen des plaies et le changement de pansement des plaies exsudatives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut favoriser les chutes chez les personnes âgées</li> <li>• Remboursement non assuré par la RAMQ</li> </ul>
	Plâtre de contact total (avec fenêtre sur la plaie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meilleure solution pour favoriser la décharge de poids pour la partie médiane du pied</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut favoriser de nouvelles plaies de contact</li> </ul>
	Botte haute Aircast <sup>MD</sup> (type de botte amovible commerciale)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bons résultats</li> <li>• Permet l'examen des plaies et le changement de pansement des plaies exsudatives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut favoriser les chutes chez les personnes âgées</li> <li>• Remboursement non assuré par la RAMQ</li> </ul>
	Orthèse moulée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doit être intégrée dans un système complet de décharge de poids (botte)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plus longue à fabriquer</li> </ul>
Talon	Plâtre de contact total	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meilleure solution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exige une équipe spécialisée en plâtre</li> <li>• Inamovible : complique le changement de pansement</li> <li>• Augmente le risque de chute chez les patients gériatriques</li> <li>• Peut provoquer de nouveaux points de contact → nouvelles plaies</li> <li>• Contre-indiqué pour les plaies infectées et/ou exsudatives</li> </ul>
	Chaussure de décharge du talon Darco <sup>MD</sup>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rend la marche difficile</li> <li>• Risque de chute chez les patients âgés</li> <li>• Efficacité décevante</li> </ul>

Localisation de la plaie	Solution de décharge de poids	Avantages	Inconvénients
Talon (suite)	Chaussure de décharge ouverte	• Dégage complètement le talon à hauteur du tendon d'Achille	
<b>Sur</b> les orteils (orteils en marteau)	Simple sandale ouverte	• Peu dispendieuse	• Solution peu adaptée pour toutes les circonstances climatiques
<b>Entre</b> les orteils (hallus valgus)	Orthèse en silicone (ex. Tongkun <sup>MD</sup> )		
	Chirurgie		
Sur la <b>pulpe</b> de l'orteil (orteils en griffe)	Orthèse moulée (avec un vide sous la tête de l'orteil)		
	Orthopédie correctrice (pour orteils en marteau)		

Pour déterminer la meilleure solution de décharge de poids, la présence d'un orthésiste ou d'un podiatre dans l'équipe traitante est un gage de succès. Toutefois, même en l'absence de ces ressources spécialisées, tout clinicien devrait être en mesure de proposer un plan de décharge de poids adéquat.

### Décharge en cas de plaie sous le métatarse (mal perforant plantaire)<sup>2</sup>

En présence d'un mal perforant plantaire, il faut dégager la pression sur les têtes métatarsiennes. Une **chaussure de décharge de l'avant-pied**, telle que fabriquée par Darco<sup>MD</sup>, remplit cette fonction. Elle représente une solution temporaire en présence d'une plaie infectée. Elle a l'avantage de faciliter le changement de pansement et son coût est modeste. Toutefois, elle peut augmenter le risque de chute chez les personnes âgées avec mobilité restreinte ou ayant des troubles cognitifs. Son efficacité repose sur le fait qu'elle doit être portée en tout temps de déambulation.



Chaussure de décharge de l'avant-pied Darco<sup>MD</sup>

Or, le spécialiste américain David G. Armstrong a démontré en 2003 que les patients portaient leur chaussure de décharge de l'avant-pied seulement 30 % de leur temps de déambulation.<sup>2a</sup>

Le **plâtre de contact total** s'avère la solution de décharge de poids la plus efficace pour l'ulcération métatarsienne parce qu'il répartit mieux la pression sur l'ensemble du pied et qu'il est inamovible. Cette solution exige évidemment d'avoir recours à une équipe spécialisée en plâtre (clinique d'orthopédie).

Le plâtre de contact total complique toutefois le changement régulier des pansements en cas de présence d'une infection active. Il est contre-indiqué en cas d'exsudation importante ou chez les patients gériatriques à faible mobilité et risque de chute. Il peut provoquer l'apparition de nouveaux points de contact, donc d'ulcérations supplémentaires.

Dans un monde idéal, il faudrait examiner chaque semaine l'évolution de l'ulcération pour dépister l'apparition d'autres plaies. Pour ce faire, il est possible de demander aux techniciens, lors de la confection du plâtre, d'aménager une fenêtre pour examiner l'ulcération du mal perforant plantaire.



Fenêtre dans un plâtre de contact total permettant l'examen de la plaie

Le plâtre de contact total permet un taux de fermeture complet du mal perforant plantaire :

- chez 80 % des patients, pour une période de suivi allant jusqu'à 100 jours d'observation,
- dans 90 % des cas après 200 jours d'observation.

Fait étonnant : on estime qu'aux États-Unis, moins de 2 % des patients des cliniques de podiatrie spécialisées en pied diabétique se sont fait offrir un plâtre de contact total.

L'apparition sur le marché de produits comme le plâtre à contact total (Cutimed<sup>MD</sup>)<sup>2b</sup> donne maintenant l'occasion à des infirmières non spécialisées :

- d'installer sans technicien un plâtre de contact en moins de 30 minutes,
- de retirer le plâtre chaque semaine,
- d'examiner la plaie,
- de surveiller l'apparition d'autres lésions sur le reste du pied.

Le plâtre à contact total n'est évidemment pas indiqué pour les plaies infectées ou fortement exsudatives car il n'est pas possible d'y pratiquer une ouverture (fenêtre sur la plaie) sans entamer sa rigidité structurale. Son prix est d'environ 100 \$ par plâtre et on estime qu'environ 4 plâtres seront nécessaires pour parvenir à la fermeture d'une plaie ulcérée sous les métatarses. La pose d'un tel plâtre nécessite environ 30 minutes par 2 infirmières travaillant en tandem.



Étapes de la pose d'un plâtre à contact total

Puisqu'il est parfois difficile d'avoir accès à une équipe pour poser des plâtres de contact, une autre stratégie consiste à commencer par une solution amovible (chaussure de décharge Darco<sup>MD</sup>) puis à réévaluer la plaie après 15 jours. Plusieurs études ont démontré que la fermeture complète d'un ulcère du pied diabétique est liée à une diminution de plus de 50 % du diamètre de la plaie après 15 jours. Si la diminution du diamètre de la plaie n'atteint pas 50 % ou plus, on proposera au patient une solution inamovible de décharge de poids comme le plâtre de contact total ou le TotalCast<sup>MD</sup>. En tenant compte des coûts globaux que nécessitent les soins (temps infirmier, pansements, etc.), le plâtre de contact total est une solution économiquement rentable pour le système de santé.

Dans son étude publiée en 2003, Armstrong a démontré qu'il est également possible d'obtenir de bons résultats en rendant inamovibles des solutions de décharge de poids amovibles par l'ajout de bandages en fibre de verre.

Dans sa mise à jour 2019 du guide de pratique en décharge de poids, l'International Working Group on the Diabetes Foot (IWGDF) recommande d'utiliser en premier lieu une solution de décharge inamovible jusqu'au genou pour les ulcères à l'avant-pied ou à la partie médiane du pied.



Une solution de décharge amovible rendue inamovible par des bandages en fibre de verre

### Décharge de poids pour une plaie à la partie médiane du pied

Pour une plaie à la partie médiane du pied, la meilleure solution de décharge de poids est le port d'une botte haute inamovible ou rendue inamovible. S'il n'est pas possible d'avoir un plâtre de contact total avec fenêtre sur la plaie, on peut utiliser une solution de décharge commerciale comme la botte haute Aircast<sup>MD</sup>.



Plaie à la partie médiane du pied

Ce type de botte est constitué :

- d'un extérieur rigide,
- d'une semelle avec alvéoles amovibles qui permettent de créer un espace creux dans la semelle pour réduire la pression,
- d'un système intérieur gonflable qui, une fois déployé, réduit les points de friction aux malléoles. Pour faciliter l'adhésion au port d'une telle botte, on peut la rendre inamovible en la ceinturant de bandages en fibre de verre.



La botte haute (Aircast<sup>MD</sup>), une solution pour les plaies à la partie médiane du pied

Il existe aussi d'autres solutions pour les plaies sous le métatarse ou la plante du pied. Dans les photos ci-dessous, on peut voir une solution de décharge de poids combinant une structure externe rigide qui permet les déplacements essentiels et une semelle intérieure moulée qui facilite l'examen des plaies. Puisqu'il s'agit d'une orthèse moulée, un certain délai est nécessaire pour en réaliser la confection par un centre spécialisé. L'orthèse moulée s'avère un compromis idéal de décharge de poids pour des plaies dont on estime la guérison plus longue que la moyenne.



Orthèse avec structure externe rigide et semelle intérieure moulée

### Décharge de poids pour une plaie sous le talon

Pour les plaies sous le talon, la meilleure solution de décharge est le plâtre de contact total.



Chaussure de décharge du talon Darco<sup>MD</sup>

Mais il existe aussi une chaussure de décharge du talon Darco<sup>MD</sup>. Toutefois, cette « sandale » rend la marche difficile et prédispose les personnes âgées aux chutes. De plus, elle s'avère d'une efficacité décevante. On peut également compter sur des chaussures de décharge ouvertes qui dégagent complètement le talon à la hauteur du tendon d'Achille.

### Décharge de poids pour une plaie sur les orteils

Habituellement, ce type de plaie est provoqué des orteils en marteau. Une simple sandale ouverte qui dégage les orteils est souvent suffisant pour la guérison.

### Décharge de poids pour une plaie entre les orteils

Ce type de plaie survient la plupart du temps en raison du contact de 2 orteils, par exemple dans le cas d'un hallux valgus. Des séparateurs faits d'un matériau composite s'insérant entre les orteils constituent une solution simple

de décharge. Dans certains cas, la déformation est tellement importante que le recours à une solution chirurgicale demeure la seule solution de décharge valable pour le redressement des orteils.

### Décharge de poids pour une plaie sur la pulpe de l'orteil

Ce type de plaie est provoqué le plus souvent par la présence d'orteils en griffe. Lorsque la déformation n'est pas fixe, une orthèse en silicone permet de redresser l'orteil. Une orthèse moulée (avec un vide sous la tête de l'orteil) qu'on peut insérer dans la chaussure est un autre moyen pour diminuer la pression.



Exemple d'orthèse en silicone pour hallux valgus (Tongkun<sup>MD</sup>)

Dans les cas d'orteils en marteau avec déformation sévère, le recours à une solution orthopédique correctrice doit être envisagée.

En 2010, l'American Podiatric Medical Association a publié son analyse d'efficacité des différentes stratégies de décharge de poids.<sup>4a</sup> Les recommandations 2015 de l'IWGDF sont disponibles également en ligne.<sup>4b</sup>

### Débrider la plaie

Plusieurs études ont démontré qu'un débridement complet d'une plaie diabétique ulcérée est préférable à un débridement plus standard. Le débridement plus complet exige d'enlever toutes les tissus dévascularisés incluant les têtes osseuses nécrotiques si exposées et ce type de débridement est l'apanage du chirurgien

Les bénéfices du débridement complet ont été démontrés dans une étude clinique<sup>5</sup> :

	<b>Débridement draconien</b>	<b>Débridement standard</b>
Fermeture complète de la plaie (après 6 mois)	95 %	79 %
Temps de fermeture de la plaie	46 jours	126 jours
Taux de surinfections	6 %	12 %

Débridement :

- Toujours sonder l'ulcère et s'assurer, avec une tige montée, qu'il n'y a pas de contact osseux au fond de la plaie. Un contact osseux dans une plaie infectée signifie la présence d'une ostéomyélite. Dans ce cas, le recours à une imagerie supplémentaire n'est pas requis pour prouver la présence d'une ostéomyélite.

- Réséquer, à l'aide d'une pince et d'un scalpel, toutes les callosités pour atteindre les plans cutanés sains.
- Noter qu'un saignement superficiel n'est pas associé à une mauvaise évolution d'une plaie.
- Réaliser sans anesthésie locale en cas d'insensibilité des plaies provoquée par la présence de neuropathie diabétique. Au Québec, les médecins, les podiatres et les infirmières avec une formation adéquate peuvent débrider les plaies avec pince et scalpel.
- Continuer le débridement lors des visites subséquentes. Le débridement répété permet de limiter la présence du biofilm à la surface des plaies. Le biofilm :
  - o est associé à un taux plus élevé de non fermeture de plaies,
  - o favorise la résistance des bactéries aux antibiotiques parce que sa présence implique un cycle lent de croissance des pathogènes,
  - o diminue la pénétration des antibiotiques dans la plaie infectée.

### Traiter l'infection et rechercher la présence d'une ostéomyélite

En raison de la proximité des ulcères diabétiques avec les os du pied, il est fréquent de trouver une ostéomyélite dans plus de 50 % des ulcères infectés.

L'infection de l'ulcère est provoquée par une flore polymicrobienne (bactéries de type cocci à Gram positif – tel que le staphylocoque doré –, bactéries à Gram négatif, bactéries anaérobies). Le port d'un soulier caoutchouté favorise la présence de bactéries du genre Pseudomonas. On devra tenir compte du Staphylococcus aureus résistant à la méthicilline (SARM) chez le patient connu comme étant un porteur chronique de ce type de bactéries. Noter que la présence du SARM est devenue problématique dans certaines cliniques dédiées au pied diabétique, ce qui soulève la question des infections nosocomiales.

La culture de plaie superficielle n'est d'aucune utilité car elle reflète surtout la présence de contaminants : cette pratique devrait être abandonnée.<sup>6</sup> On doit plutôt favoriser la culture du tissu cutané profond obtenu après le débridement des tissus dévascularisés ou des fragments osseux.

Le choix initial de l'antibiothérapie est empirique car il doit donc tenir compte de la nature polymicrobienne habituelle de l'ulcère du pied diabétique.

En présence d'une **cellulite superficielle non ulcérée** du pied diabétique, un antibiotique couvrant le Staphylococcus aureus en monothérapie est suffisant (ex. : cloxacilline, ou céphalosporine de première génération).

En présence d'un **ulcère infecté**, une couverture polymicrobienne est requise pour couvrir le staphylocoque, les bactéries à Gram négatif et les bactéries anaérobies. (ex. : pipéracilline-tazobactam, ertapénem, clindamycine + ciprofloxacine). À moins de facteurs cliniques particuliers, la stratégie initiale d'antibiothérapie ne cherchera pas à couvrir le SARM ou le Pseudomonas.

L'infection dans le pied diabétique doit être diagnostiquée par des critères cliniques et la présence de signes locaux ou systémiques d'inflammation. Les critères cliniques utiles sont :

- Présence de fièvre
- Augmentation rapide du diamètre de la plaie malgré un traitement adéquat
- Écoulement abondant
- Rougeur autour de la plaie
- Apparition d'une mauvaise odeur.

En raison de la proximité osseuse de l'ulcère diabétique et considérant le fait que la très grande majorité des patients se présente longtemps après l'apparition d'une plaie ulcérée, il n'est pas étonnant qu'environ 50 % des infections des ulcères diabétiques infectés se compliquent par une ostéomyélite sous-jacente. En effet, 20 % des patients avec ulcère suivis en milieu primaire ont aussi une infection osseuse sous-jacente.



Un contact osseux avec un stylet confirme la présence d'une ostéomyélite

#### Facteurs prédictifs de la présence d'ostéomyélite dans l'ulcère du pied diabétique

- Ulcère profond surplombant une aspérité osseuse
- Orteil rouge et gonflé
- Sédimentation > 70 mm/h
- Découverte d'os nécrotique lors du débridement

L'ostéomyélite sera confirmée par un contact osseux lors de l'exploration initiale de la plaie avec le stylet.

On doit également penser à la possibilité d'ostéomyélite si le diamètre de l'ulcère diabétique ne diminue pas plus de 50 % malgré un débridement adéquat, une circulation artérielle suffisante et une solution de décharge de poids appropriée. Un écoulement persistant est également évocateur d'une ostéomyélite.

Pour confirmer ou exclure la présence d'une ostéomyélite on doit souvent recourir à l'imagerie médicale :

- Radiographie osseuse :
  - o Sa sensibilité n'est pas suffisante pour écarter la présence d'une ostéomyélite.
- Imagerie par résonance magnétique (IRM) :
  - o Excellentes sensibilité et spécificité pour l'ostéomyélite. Au gadolinium, le rehaussement de l'os et la présence d'un bris de continuité des tissus mous s'étendant jusqu'à l'os sont des éléments discriminants de la présence d'une ostéomyélite.
  - o Examen qui n'est pas toujours possible en présence d'une insuffisance rénale sévère ou de corps métalliques (ex. : stimulateur cardiaque).

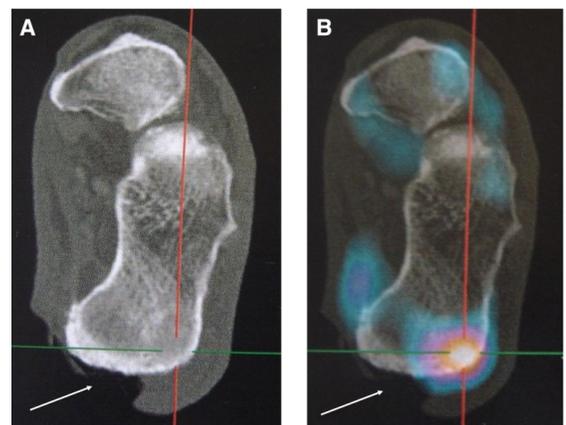


Image d'une scintigraphie aux leucocytes marqués (TEMP-GB marqués) positive : rehaussement de l'os en contact avec bris cutané s'étendant jusqu'à l'os

- Scintigraphie en médecine nucléaire : Tomographie par émission de positons ou TEP au gallium et scintigraphie aux leucocytes – ou globules blancs – marqués :
  - o Utile comme autre moyen diagnostic.

**Le choix des imageries dépend de la question posée :**

*Q1 : Comment exclure la présence d'une ostéomyélite?*

Lorsqu'elles sont normales, la scintigraphie osseuse simple, la TEP au gallium, la TEMP aux leucocytes marqués ou la résonance magnétique permettent tous d'exclure la présence d'une ostéomyélite.

*Q2 : Comment confirmer la présence d'une ostéomyélite?*

La scintigraphie osseuse simple a un taux trop élevé de faux positifs (ex. : fracture dans le cas d'un pied de Charcot) pour répondre à cette question.

La scintigraphie aux leucocytes marqués (TEMP-GB marqués) est un examen plus discriminant. Disponible en milieu tertiaire, celle-ci consiste à coupler les résultats d'une tomодensitométrie osseuse à faible intensité (permettant la délimitation précise de l'os, en 3D) avec ceux obtenus par scintigraphie (TEMP : tomographie par émission monophotonique). Ces images combinées permettent de bien déterminer si le compte de l'énergie émise par les globules blancs marqués est bien concentré dans l'os ou dans les tissus mous.

*Q3 : Le traitement antibiotique choisi a-t-il guéri l'ostéomyélite?*

L'IRM et la scintigraphie au gallium peuvent rester positives pendant des mois après le traitement adéquat. La TEMP-Scan aux globules blancs marqués peut fournir des renseignements précieux. Après un traitement adéquat d'une ostéomyélite, une étude française a évalué la possibilité d'une récurrence clinique de l'ostéomyélite :

- Possibilité d'au moins 60 % si la TEMP est positive,
- Possibilité de moins de 5 % si la TEMP est négative, donc l'antibiothérapie peut être cessée en toute confiance.<sup>8</sup>

<b>Utilité de l'imagerie médicale pour le diagnostic de l'ostéomyélite dans le pied diabétique<sup>9</sup></b>		
<b>Type examen</b>	<b>Sensibilité</b>	<b>Spécificité</b>
TEP au gallium (PET) (tomographie par émission de positons)	85 %	92 %
IRM (MRI) (imagerie par résonance magnétique)	95 %	92 %
TEMP (SPECT) (tomographie par émission monophotonique)	95 %	82 %
TEMP-GB marqués ( <i>Technetium-99m hexamethylpropyleneamine oxime white blood cell scintigraphy</i> ) (tomographie par émission monophotonique avec leucocytes – ou globules blancs – marqués)	87 %	94 %
Scintigraphie osseuse simple	83 %	70 %
Tomодensitométrie osseuse à faible densité ( <i>Computed tomography</i> )	67 %	95 %
Radiographie osseuse simple	70 %	81 %

La tomographie par émission de photons uniques (SPECT) et la tomographie par émission de positons (TEP) sont des techniques d'imagerie de médecine nucléaire qui fournissent des informations métaboliques et fonctionnelles contrairement à la tomodensitométrie et à l'IRM. Ils ont été associés à la tomodensitométrie et à l'IRM pour fournir des informations anatomiques et métaboliques détaillées.

Tomographie par émission de positrons (TEP):

- est très cher
- utilise un radio-isotope émettant des positons (traceur)
- fluor-18
- donne un meilleur contraste et une meilleure résolution spatiale (cf. SPECT)

Tomographie par émission de photons uniques (SPECT):

- est un coût inférieur
- utilise un radio-isotope émetteur gamma (traceur):
- technétium-99m
- iode-123
- iode-131
- donne un contraste et une résolution spatiale plus faibles (cf. TEP)

### **Sédimentation et protéine C réactive (PCR) :**

- Tests sanguins qui fournissent des données supplémentaires quant à la présence ou l'absence d'une ostéomyélite;
- Sédimentation > 60 mm/h ou une PCR > 7,9 mg/dl : la présence d'une ostéomyélite est plus probable;
- Sédimentation < 30 mm/h : la présence d'une ostéomyélite serait faible.<sup>7</sup>

Malheureusement, le suivi de la sédimentation ou de la PCR ne permet pas à lui seul de bien identifier la guérison d'une ostéomyélite après un traitement jugé adéquat.

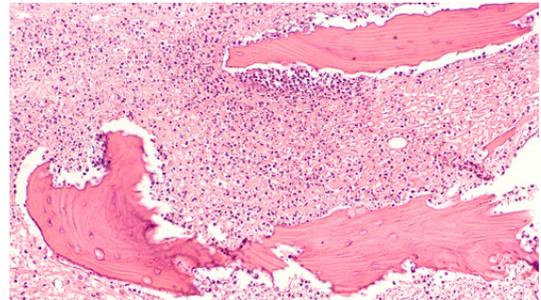
La **biopsie osseuse avec culture de l'os** demeure le moyen diagnostique de référence pour détecter une ostéomyélite dans le pied diabétique. Certains milieux spécialisés offrent parfois le service de biopsie sous tomographie (CT-scan). Une expertise radiologique spécialisée est nécessaire de même que l'accès à des trocarts de très petit calibre. Or la biopsie osseuse n'est presque jamais faite avant de commencer un premier traitement d'antibiotique. En cas d'échec d'un premier traitement empirique, une culture osseuse sera utile pour identifier la présence de bactéries résistantes.



Biopsie osseuse avec un trocart de calibre 16

La biopsie doit être faite 2 semaines après l'arrêt de tout antibiotique et elle est surtout recommandée pour les os de la partie médiane du pied ou du talon; la biopsie dans les orteils est plus délicate et peut favoriser l'apparition de fractures.<sup>10 b, 10c</sup>

Pour l'ostéomyélite, les guides recommandent un traitement d'antibiotique durant 4 à 6 semaines. Les deux premières semaines de traitement se font généralement par voie intraveineuse. Chez certains patients ayant une bonne réponse clinique initiale, le traitement intraveineux peut être cessé après 2 semaines et relayé par 4 semaines supplémentaires de traitement oral d'antibiotique de grande biodisponibilité. La prévalence locale du *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline (SARM) ou le fait que le patient soit porteur du SARM doit être considéré dans le choix initial de l'antibiotique. L'exposition récente à des antibiotiques doit également être prise en compte pour choisir un antibiotique parmi ceux auxquels le patient n'a pas été exposé.



Biopsie osseuse montrant de l'os nécrotique et de l'inflammation dans un cas d'ostéomyélite

Pour une revue du traitement antibiotique de l'ostéomyélite, voir les références suivantes.<sup>10,11,12,13</sup>

### Vascularisation adéquate

La présence d'une bonne circulation artérielle est un élément pronostic de la fermeture d'un ulcère du pied diabétique. Par conséquent, il faut toujours procéder à une évaluation vasculaire. La littérature rapporte la présence d'une maladie artérielle périphérique chez 50 % des patients avec un ulcère diabétique. Il est fréquent de rencontrer des patients diabétiques avec une insuffisance artérielle déterminante pour la guérison de la plaie mais qui n'ont pas de symptômes de claudication ou de douleur d'ischémie de repos.<sup>14</sup> La présence de pouls à la palpation n'exclut pas la présence d'ischémie qui pourrait retarder la guérison de la plaie.<sup>14</sup>



La présence de pouls palpables n'exclut pas une importante atteinte artérielle chez le diabétique

En présence d'ulcère diabétique, les recommandations 2019 de l'International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF) sont les suivantes.

- Effectuer un examen Doppler pour évaluer les ondes artérielles,
- Mesurer l'indice tibio-brachial OU mesurer la pression artérielle au gros orteil et l'indice de pression systolique orteil-brachial.

La présence d'une maladie vasculaire significative serait moins probable lorsque l'indice tibio-brachial se situe entre 0,9 et 1,3, que l'indice orteil-brachial est  $> 0,75$  ou qu'au Doppler, on retrouve des ondes artérielles triphasiques dans le pied.

Lors des examens paracliniques d'évaluation vasculaire, la présence d'une des valeurs suivantes augmente la probabilité de guérison de 25 %.

**Probabilité de guérison majorée de 25 % en présence d'un des critères suivants <sup>14</sup>**

- Pression de perfusion au pied  $> 40$  mmHg
- TcPO<sub>2</sub> (pression artérielle transcutanée d'oxygène)  $\geq 25$  mmHg
- Pression artérielle du gros orteil  $\geq 25$  mmHg

Recommandations 2019 de l'IWGDF :

**Procéder à une imagerie vasculaire urgente dans les situations suivantes <sup>14</sup>**

- Pression artérielle à la cheville  $< 50$  mmHg
- Pression artérielle au gros orteil  $< 30$  mmHg
- TcPO<sub>2</sub> (pression artérielle transcutanée d'oxygène)  $< 25$  mmHg

Concrètement, cela implique de :

- considérer fortement une imagerie vasculaire urgente en vue d'une revascularisation;
- procéder à une revascularisation artérielle en présence d'un ulcère qui ne s'améliore pas après 4 à 6 semaines de traitement optimal.

La guérison d'une plaie diabétique dépend des facteurs suivants :

- la quantité de tissu à risque
- la présence d'infection
- la charge pondérale sur l'ulcère
- la présence d'autres comorbidités comme l'insuffisance rénale ou l'insuffisance cardiaque.

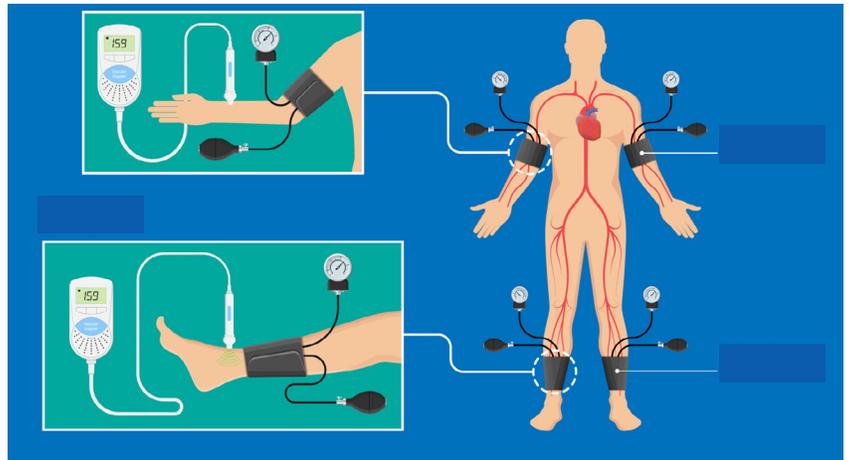
Un calculateur sous forme d'application pour téléphone intelligent permet de classer une plaie et le risque d'amputation en comptabilisant ces facteurs<sup>15</sup> :

<https://diabeticfootonline.com/2015/09/15/download-the-wifi-threatened-limb-score-theres-an-app-for-that/>

**Mesure de l'indice tibio-brachial :**

- Facile à réaliser en milieu primaire;
- Un indice  $< 0,3$  est associé à une possibilité élevée de non guérison d'une plaie;

- Peut donner des valeurs faussement élevées dues à la non compressibilité des artères calcifiées (calcification médiale des artères chez certains diabétiques);
- En présence d'une plaie ulcérée, un indice tibio-brachial  $\geq 1,4$  suggère que les artères sont incompressibles et que cet indice ne peut être utilisé pour bien évaluer la circulation artérielle :



En présence d'un ulcère diabétique, la mesure de l'indice tibio-brachial doit toujours être réalisée

o On devrait alors mesurer la **pression du gros orteil** avec un petit brassard

de taille appropriée. Les artères du gros orteil ont tendance à moins se calcifier que les artères de la jambe. On estime qu'un indice orteil-bras  $< 0,3$  ne permet pas la guérison adéquate d'un ulcère.

#### Mesure de l'oxymétrie directe au pied ou à l'orteil touché (TcPO2) :

- Autre moyen de mesurer la circulation artérielle périphérique;
- Une valeur de TcPO2  $< 30$  mmHg est associée à une faible probabilité de guérison d'un ulcère;
- Examen disponible seulement en milieu tertiaire avec une expertise vasculaire.

#### Concept de l'angiosome\*

La circulation artérielle du pied se ferait en des territoires vasculaires (les angiomes) qui, en temps normal, communiquent les uns avec les autres pour assurer une suppléance vasculaire harmonieuse. Chez certains diabétiques, un angiosome pourrait devenir un territoire terminal sans échange significatif avec les autres angiomes.

Certains diabétiques ayant été revascularisés de façon classique pourraient malgré tout avoir une persistance d'insuffisance artérielle terminale au site de la plaie. Dans ce cas précis, la mesure de la TcPO2 peut fournir des résultats précieux. Une valeur anormale quelques semaines après une chirurgie vasculaire indique que :

- l'oxygénation tissulaire est insuffisante,
- la revascularisation n'est pas complète.

Dans ces cas problématiques, les nouvelles méthodes d'angioplastie utilisant des cathéters de petit calibre peuvent être une solution.

#### La chambre hyperbare

En présence d'une plaie réfractaire, l'oxygénothérapie hyperbare peut parfois conduire à une amélioration. Une mesure de la TcPO2 de la plaie est d'abord faite pendant un traitement en chambre hyperbare : une élévation

\*Angiosome : unité anatomique composée de plusieurs tissus (peau, TCSC, aponévrose, os) vascularisée par une artère.

notable de la valeur détermine quels sont les patients qui pourraient bénéficier de cette modalité de traitement. L'International Working Group on the Diabetes Foot (IWDF) maintient sa recommandation 2019 de considérer l'oxygénothérapie hyperbare en cas de non fermeture d'un ulcère diabétique malgré l'essai des autres mesures thérapeutiques prouvées efficaces.<sup>15b</sup>



L'oxygénothérapie en chambre hyperbare est un traitement possible pour le diabétique ne pouvant pas être revascularisé

## Le choix du bon pansement

Le bon pansement pour un ulcère diabétique est celui qui garde la plaie en milieu humide et évite la macération dans le cas d'un écoulement abondant.

Malgré la diversité de pansements proposés par l'industrie, il y a peu de données probantes sur l'efficacité d'un type en particulier.<sup>15b</sup> Seule l'étude d'envergure Explorer apporte un certain éclairage sur le sujet.<sup>16</sup>

L'étude Explorer en bref :

- Menée dans 43 hôpitaux d'Europe (ayant une clinique spécialisée en pied diabétique) entre 2013 et 2016.
- 240 patients randomisés ayant :
  - o un ulcère > 1 cm<sup>2</sup> de grade Ic ou IIc (classification de l'Université du Texas)
  - o une bonne décharge de poids
  - o une vascularisation suffisante
  - o une infection contrôlée.
- Groupe (126 patients) : pansement avec octosulfate de saccharose.
- Groupe de contrôle (114 patients) : même pansement, sans octosulfate de saccharose
- Résultats de l'étude (après 20 semaines de traitement) : la fermeture de la plaie est survenue :
  - chez 48 % des patients du groupe dont le pansement contenait de l'octosulfate de saccharose
  - chez 30 % des patient du groupe dont le pansement ne contenait pas d'octosulfate de saccharose (p=0,0002 IC : 5-30).

Le *National Institute for Health and Care Excellence* (NICE) a reconnu en 2018 la valeur thérapeutique du pansement de type TLC-NOSF (*Technology Lipido-Colloid with Nano Oligo Saccharide Factor*) tel que UrgoStart<sup>MD</sup>.<sup>17</sup>

Pour une lecture plus approfondie du choix de pansement en pied diabétique, il est utile de se référer au texte de l'ordre des infirmières du Québec.<sup>0</sup>

Le recours à des greffes de substituts cutanés (peau synthétique) a été possible au Canada pendant plusieurs années. Toutefois, pour des raisons de non rentabilité, les compagnies pharmaceutiques n'offrent plus de tels substituts.

### Thérapie par pression négative (ou NPWT : *Negative Pressure Wound Therapy*)

La thérapie par pression négative fait partie des solutions à proposer pour accélérer la guérison de certains cas d'ulcère diabétique. Cette thérapie est indiquée pour une plaie débridée ayant :

- une infection contrôlée,
- une circulation artérielle adéquate,
- une absence d'atteinte profonde (os ou tendon exposé).

Une étude randomisée a permis d'établir la valeur de la thérapie à pression négative dans les cas de plaies de pied diabétique.



Thérapie par pression négative

L'étude de Blume<sup>19</sup> en bref :

- 342 patients ayant :
- une bonne circulation artérielle : indice tibio-brachial (ITB) > 0,7
- un ulcère diabétique > 2 cm<sup>2</sup> après débridement
- tous les autres soins standard reconnus en cours (tels que décharge de poids, par exemple).
- Groupe avec thérapie par pression négative (NPWT : *Negative Pressure Wound Therapy*)
- Groupe de contrôle avec traitement avancé de plaies humides selon les standards usuels de soin
- Résultats de l'étude :
- Superficie de la plaie au jour 28 :
  - o Groupe avec thérapie par pression négative : 2,53 cm<sup>2</sup>
  - o Groupe de contrôle : 4,32 cm<sup>2</sup>
- Fermeture complète de la plaie à la fin de l'étude :
  - o Groupe avec thérapie par pression négative : 60,8 %
  - o Groupe de contrôle : 40 %
- Temps moyen de fermeture de la plaie :
  - o Groupe avec thérapie par pression négative : 95 jours
  - o Groupe de contrôle : 112 jours

Dumville a publié une méta-analyse Cochrane sur le sujet en 2018.<sup>20</sup>

Le site Internet de l'INESSS (Institut national d'excellence en santé et services sociaux) présente des publications sur le traitement des plaies complexes par pression négative<sup>22</sup> :

- Efficacité et innocuité de la thérapie par pression négative pour le traitement des plaies complexes<sup>21</sup> (Revue systématique, octobre 2015)  
[https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/Rapports/Traitement/INESSS\\_TPN\\_RevueSystematique.pdf](https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/Rapports/Traitement/INESSS_TPN_RevueSystematique.pdf)
- Traitement des plaies complexes : Thérapie par pression négative (Guide d'usage optimal, juin 2015)  
[https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/Rapports/Traitement/INESSS\\_GUO\\_Therapie\\_pression\\_negative.pdf](https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/Rapports/Traitement/INESSS_GUO_Therapie_pression_negative.pdf)

L'utilisation d'ingénieux système de tubulures permet d'appliquer la thérapie par pression négative même dans les cas de plaies complexes ou chez les patients ayant un plâtre de contact.

## La chaussure adaptée

Une fois fermé, l'ulcère diabétique demeure sujet à récurrence. Environ 40 % des patients avec ulcère diabétique auront une récurrence dans les 12 mois suivant la fermeture de la plaie.

Le choix d'une chaussure qui diminue la pression sur le site de la plaie est donc primordial. Un podiatre ou un autre professionnel orthésiste possède l'expertise nécessaire pour analyser les points de contact du pied avec la chaussure et identifier ceux pouvant générer une pression dommageable lors de la marche. Une analyse en 3D permet de confectionner des orthèses plus efficaces que celles fabriquées à l'aide d'un simple moulage.

Caractéristiques d'une chaussure adaptée pour un mal perforant :

- Doit être de taille adéquate, sans coutures intérieures ou autres aspérités pouvant blesser le pied;
- Comprend une orthèse plantaire (faite après moulage) qui diminue la pression sur les métatarses;
- Inclut une semelle intérieure intermédiaire qui assure une meilleure distribution des charges sur l'ensemble de la plante du pied;
- Possède une semelle extérieure rigide de type berceau pour favoriser un certain roulement du pied et éloigner la pression des têtes métatarsiennes
- L'extérieur de la chaussure est souvent fabriqué avec un matériau extensible.



Chaussure à semelle berceau pour mal perforant plantaire

Dans le cas de mal perforant réfractaire ou récidivant, il est nécessaire d'évaluer la présence d'une **rétraction du tendon d'Achille** qui peut en être la cause. Dans un tel cas, la lyse partielle chirurgicale permet d'allonger le tendon et de diminuer les points de pression sur les métatarses.<sup>26, 27</sup>

Chaussure adaptée pour le pied de Charcot

- Exige une plus grande expertise de la part de l'orthésiste puisqu'une analyse minutieuse des difformités et des points de pression est requise.

La plupart des plaies dans le pied de Charcot surviennent à la partie médiane du pied et sont causées par des déformations osseuses plus ou moins importantes. L'expertise du podiatre est nécessaire pour décider si les déformations permettent ou non la confection d'une chaussure adaptée pour la décharge de poids. Pour les déformations jugées trop importantes, il peut être impossible d'obtenir une décharge de poids efficace sans avoir recours à un orthopédiste qui, à l'aide de résection et de reconstruction osseuse, bâtira une surface plantaire plane qui permettra la fabrication d'une chaussure réellement adaptée.

### Suivi des patients après fermeture de la plaie

Il est primordial d'assurer un suivi régulier après la fermeture d'un ulcère diabétique puisqu'une récurrence survient chez 40 % de ces patients. Les visites régulières permettent de :

- renforcer les habitudes d'autoexamen des pieds,
- vérifier que le patient porte les chaussures adéquates,
- relever la présence de nouveaux points de contact,
- s'assurer que les callosités sont réséquées pour éviter l'augmentation des points de friction,
- conseiller au patient de réduire son temps de marche pour éviter une récurrence.

Des solutions innovantes sont disponibles pour mesurer la pression aux points de contact lors de la marche en situation de vie normale. Lorsque la pression dépasse un certain niveau ou que la température au point de contact dépasse la normale du reste du pied, la possibilité d'une récurrence de l'ulcération est nettement augmentée.

L'analyse dynamique des points de pression obtenue par le port de bas intelligents peut aider à confectionner des chaussures de décharge plus efficaces.<sup>23</sup>

### Le pied de Charcot : une complication qui mérite toute l'attention !

**Le pied de Charcot est une complication du diabète qui doit être détectée rapidement car elle peut conduire à des déformations importantes du pied.**

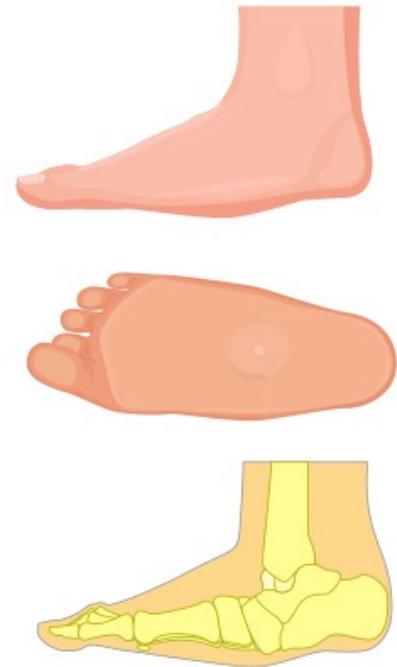
Dans le pied de Charcot, on constate d'abord une atteinte neuropathique du pied avec une perte plus ou moins sévère de la sensibilité. Une autre caractéristique est un flot sanguin augmenté dans le pied. Dans sa phase initiale, le pied

de Charcot est chaud, les pouls sont présents et sont classiquement décrits comme bondissants. Cette augmentation de la circulation locale favorise une déminéralisation osseuse des structures du pied. Les os du pied s'en trouvent fragilisés et la marche peut provoquer des fractures accompagnées d'un affaissement et des déformations du pied.

En phase aiguë, la température du pied atteint peut être supérieure de 2 °C par rapport à l'autre pied. Les fractures du pied de Charcot sont captées par la scintigraphie osseuse. La résonance magnétique peut montrer précocement un œdème osseux.

Devant une imagerie positive, la douleur ressentie par le patient et la chaleur relative du pied, il peut être tentant de poser un diagnostic d'ostéomyélite. Toutefois, la scintigraphie ou la résonance magnétique d'un pied de Charcot en phase aiguë montrent des changements dans plusieurs os, alors que pour l'ostéomyélite, on voit habituellement un seul os en contact direct avec un ulcère ou une plaie ouverte.

Le seul traitement efficace du pied de Charcot en phase aiguë est la décharge de poids faite soit avec un plâtre de contact, soit avec une orthèse de type AircastMD qui sera rendue inamovible par l'ajout de bandes en fibre de verre. Le pied de Charcot peut prendre des mois à se stabiliser, l'inflammation se résorbant lentement. Le témoin utile de cette stabilisation est la normalisation de la température du pied. Une fois le pied refroidi, la fabrication d'une chaussure de marche permettant une déambulation minimale devrait être réalisée. Pour le pied de Charcot touchant la partie médiane du pied, la chaussure adaptée est généralement constituée d'une botte haute rigide, articulée à la cheville, qui distribue l'ensemble de la pression de la marche dans sa structure.



*Déformation classique d'un pied de Charcot dans la partie médiane du pied (rocker bottom foot en anglais)*



*Les déformations associées au pied de Charcot peuvent être sévères et empêcher toute décharge de poids efficace. Des reconstructions orthopédiques sont souvent nécessaires pour obtenir un pied présentant une surface stable*



*Aspect typique d'un pied de Charcot avec déformations des structures médianes du pied*

Tout clinicien en diabète devrait être capable de reconnaître les déformations typiques du pied de Charcot.

Pour une excellente revue du pied de Charcot, nous suggérons cette publication de Roscoffen qui décrit la pathophysiologie du pied de Charcot et ses atteintes radiologiques typiques.<sup>28</sup>

## Références

- 0) L'ulcère du pied diabétique parties 1 et 2. Ces 2 documents Diane St-Cyr et Luce Martineau produits par l'Ordre des infirmières du Québec s'avèrent 2 documents complets et pratiques pour l'approche du pied diabétique dans le contexte de soins Québécois. La section de la décharge de poids est particulièrement bien faite.
- <https://www.oiiq.org/sites/default/files/uploads/periodiques/Perspective/vol14no01/09-pratique-clinique-acfa.pdf>  
(free access)
- <https://www.oiiq.org/sites/default/files/uploads/periodiques/Perspective/vol14no02/11-pratique-clinique-acfa.pdf>  
(free access)
- 1a) Lihua et coll. Dressings for treating foot ulcers in people with diabetes : an overview of systematic reviews .  
Cochrane Database Syst Rev . 2015 Jul 14 ; 2015 (7).  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26171906/> (accès libre)
- 1) Armstrong et al. Activity patterns of patients with diabetic foot ulceration : Patients with active ulceration may not adhere to a standard pressure off-loading regimen .  
Diabetes Care 26 :2595, 2003.
- 2) Bus et all. Footwear and offloading interventions to prevent and heal foot ulcers and reduce plantar pressure in patients with diabetes : a systematic review. Diabetes Metab Res Review 2015 ; 32 ( suppl 1) : 99-118.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/dmrr.2702> ( accès libre)
- 2a) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12941724/#affiliation-1>
- 2b) [https://weborder.harlingdirect.com/documents/products/product\\_12157\\_details.pdf](https://weborder.harlingdirect.com/documents/products/product_12157_details.pdf)
- 3) Sicco A et all . Guidelines on offloading foot ulcers in persons with diabetes (IWGDF 2019 uptade). Diabetes Metabolism Research and Review . vol 36 issue S1Mars 2020.  
[https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/dmrr.3274\\_9](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/dmrr.3274_9) (free access)
- 4) American Podiatric Medical Association 2010 ; 100 (5) 360-368.
- 4b) IWGDF guidance on footwear and offloading interventions to prevent and heal ulcers in patient with diabetes .  
Diabetes Metabolism Research and Review. 3 sept 2025  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7831212/pdf/EDM2-4-e00132.pdf> (accès libres)
- 5) Diabet Med May 1998 15 (5) 412-7
- 6) Diabetes Metab Res Rev 2015 sept 7
- 7) Lavery et all . What are the Optimal Cutoff Values for ESR and CRP to Diagnose Osteomyelitis in Patients with Diabetes-related Foot Infections. Clin Orthop Relat Res Jul;477(7) :1594-1602  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6999976/> (free access)

- 8) Vouillarmet J et al. Assessing diabetic foot osteomyelitis remission with white blood cell SPECT/CT imaging. *Diabet Med.* 2014 Sept ; 31 (9) 1093-0  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24654798/> (free acces)
- 9) Liewellyn et al . Imaginn est for the detection of osteomyelitis : a systematic review. *Health Technology Assesment.* Vol 23 issue 61 oct 2019  
<https://www.journalslibrary.nihr.ac.uk/hta/hta23610#/abstract> (free access)
- 10) Barwell N et al . Diabetic foot infection : Antibiotic therapy and godd pratice recommandations . *Int J Clin Prate* 2017 ; 71 e13006  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ijcp.13006> (free access)
- 10b) Senneville et al. Surgical techniques for Bone Biopsy in Diabetic Foot Infections and association between results and treatment duration. *J Bone JT Infection* 2020 23 juin 5(4) 198-204  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7358966/> (accès libre)
- 10c) Senneville et al. Culture of percutaneous bone biopsy specimen for diagnosis of diabetic foot osteomyelitis : concordance with swab cultures. *Clin Inf Dis.* 2006 Jan 1 ; 42(1) 57-62  
<https://academic.oup.com/cid/article/42/1/57/396747> (free access)
- 11) Lipsky et al IWGDF guidance on the diagnosis and management of foot infections in persons with diabetes . *Diabetes Metal Res Rev* 2016 ;32 (Suppl 1) 45-74i  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/dmrr.2706> (free acces)
- 12) Lispyk et al Interventions in the management of infection in the diabetes : a systematic review. *Diabetes Metab Res Rev* 2016 spp1 1 145-153  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/dmrr.2706> (free access)
- 13) Lipsky et al Guidelines on the diagnosis and treatment of foot infection in persons with diabetes ( IDWDF 2019 update) *Diabetes Met Res Rev* 2020 36 (s1) e3280  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/dmrr.3280> (free access)
- 14) Hinchliffe R et al. Guidelines on diagnosis, prognosis, and management of peripheral artery disease in patients with foot ulcers and diabetes. ( IWGDF 2019 update). *Diabetes Metab Res Rev.* 2020;36(S1);
- 15) <https://diabeticfootonline.com/2015/09/15/download-the-wifi-threatened-limb-score-theres-an-app-for-that/>
- 15b) Rayman et coll . Guidelines on use of interventions to enhance healing of chronic foot ulcers in diabetes ( IWGD 2019 update) *Diabetes Metab Rese Rev* 2020 ; 36 (S1) e 3283  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/dmrr.3283> (accès libre)
- 16) Edmonds M et al. Sucrose octasulfate dressing versus control dressing in patients with neuroischaemic diabetic foot ulcers (Explorer) : an international, multicentre, double-blind, randomised, controlled trial. *The Lancet.* vol 6, issue 3, p 186-196 mars 01 2018 .
- 17) <https://www.nice.org.uk/guidance/mtg42/resources/urgostart-for-treating-diabetic-foot-ulcers-and-leg-ulcers-pdf-64372052418757>

- 18) <https://www.inesss.qc.ca/outils-cliniques/outils-cliniques/outils-par-types/guides-dusage-optimal/outils/therapie-par-pression-negative-plaies-comp>
- 19) Blume et coll. Comparaison of negative pressure wound therapy using vacuum-assisted closure with advanced moist wound therapy in the treatment of diabetic foot ulcers : a multicenter randomised controlled trial. Diabetes Care 2008 31 apr (4) 631-6  
<https://care.diabetesjournals.org/content/31/4/631.full-text.pdf> (free access)
- 20) Dumville et all. Negative pressure wound therapy for treating foot wounds in people with diabetes mellitus. Cochrane Database Syst Rev. 2018 oct 17 ; 10 (10)  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6517143/> (free access)
- 21) [https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/Rapports/Traitement/INESSS\\_TPN\\_RevueSystematique.pdf](https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/Rapports/Traitement/INESSS_TPN_RevueSystematique.pdf)
- 22) [https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/Rapports/Traitement/INESSS\\_GUO\\_Therapie\\_pression\\_negative.pdf](https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/Rapports/Traitement/INESSS_GUO_Therapie_pression_negative.pdf) (accès libre)
- 23) Collings et all. Footwear and insole design features for offloading the diabetic at risk foot. Endocrinology, Diabetes and Metab. 23 janvier 2020.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7831212/pdf/EDM2-4-e00132.pdf> (accès libre)
- 25) Smart shocks and In-Shoe Systems : State-of-the-Art for two popular Technologies for Foot Motion Analysis, Sports and Medical Applications.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7435916/pdf/sensors-20-04316.pdf>
- 26) Primadhi et all. Diabetes foot ; which one comes first , the ulcer or the contracture ? World J Orthop. 18 fev 2021. 12 (2) 61-68  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7866485/pdf/WJO-12-61.pdf> (accès libre)
- 27) Tagoe M et all. Is there still a place for Achilles tendon lenghtening ? Diabetes Metab Res Rev. 2016 jan 32; suppl 1 : 227-31  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/dmrr.2745> (accès libre)
- 28) The Charcot foot : a pictorial review.  
[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6682845/pdf/13244\\_2019\\_Article\\_768.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6682845/pdf/13244_2019_Article_768.pdf) (accès libre)