

Appareillage du pied diabétique : pourquoi et comment mettre en décharge ?

Dr Prieur-Blanc Nicolas

avec l'aide de J. Bertolino (Neostep) et Dr R. Grangeot (AP-HM)

JUILLET 2024

Dr M. Cotinat, Pr L. Bensoussan, Pr J.M. Viton
Pôle de Médecine Physique et de Réadaptation
Hôpital de la Timone, AP-HM
Nicolas.PRIEUR-BLANC@ap-hm.fr

Recommandation traduite de 2019 du Groupe international de Travail sur le Pied Diabétique



<https://www.sfdiabetete.org/recommandations/autres-recommandations/iwgdf/2019>

Lésions du pied diabétique

Infection, ulcération ou destruction des tissus profonds du pied associés à une neuropathie et/ou une artériopathie périphérique des membres inférieurs chez les patients diabétiques.

INTRODUCTION

« *Pourquoi ?* »

Diabète

- **Les complications aiguës:** hypoglycémie, acido-cétose
- **Les complications chroniques :**
 - Microvasculaires :
 - Rétinopathie
 - Néphropathie
 - Neuropathie
 - Macrovasculaires :
 - Coronaropathie
 - Artériopathie

Lésions du pied diabétique

- **Fréquentes** : 15% à 25 % des diabétiques présenteront une plaie
- **Graves**:
 - RR d'amputation chez le diabétique x14
 - 85% des amputations du diabétique débutent par une plaie
 - taux de survie à 10 ans <10%
- **Coûteuses** :
 - 1000 à 20 000 € pour une plaie
 - 32 000€ pour une amputation

Edmonds et al., 2021

Rice et al., 2014

Fosse-Edorh, s. d

- 30-40 % de récurrences dans la première année
- 60 % de récurrences à 3 ans
- > 50 % des amputations concernent les diabétiques (8400 en 2013)
- 1 amputation toutes les 20 sec dans le monde
- Taux de survie à 10 ans en cas d'amputation <10 %

Epidémiologie

Less amputations for diabetic foot ulcer from 2008 to 2014, hospital management improved but substantial progress is still possible: A French nationwide study.

Amadou C, Denis P, Cosker K, Fagot-Campagna A.
PLoS One. 2020 Nov

En 2014 :

22 347 hospitalisations pour DFU

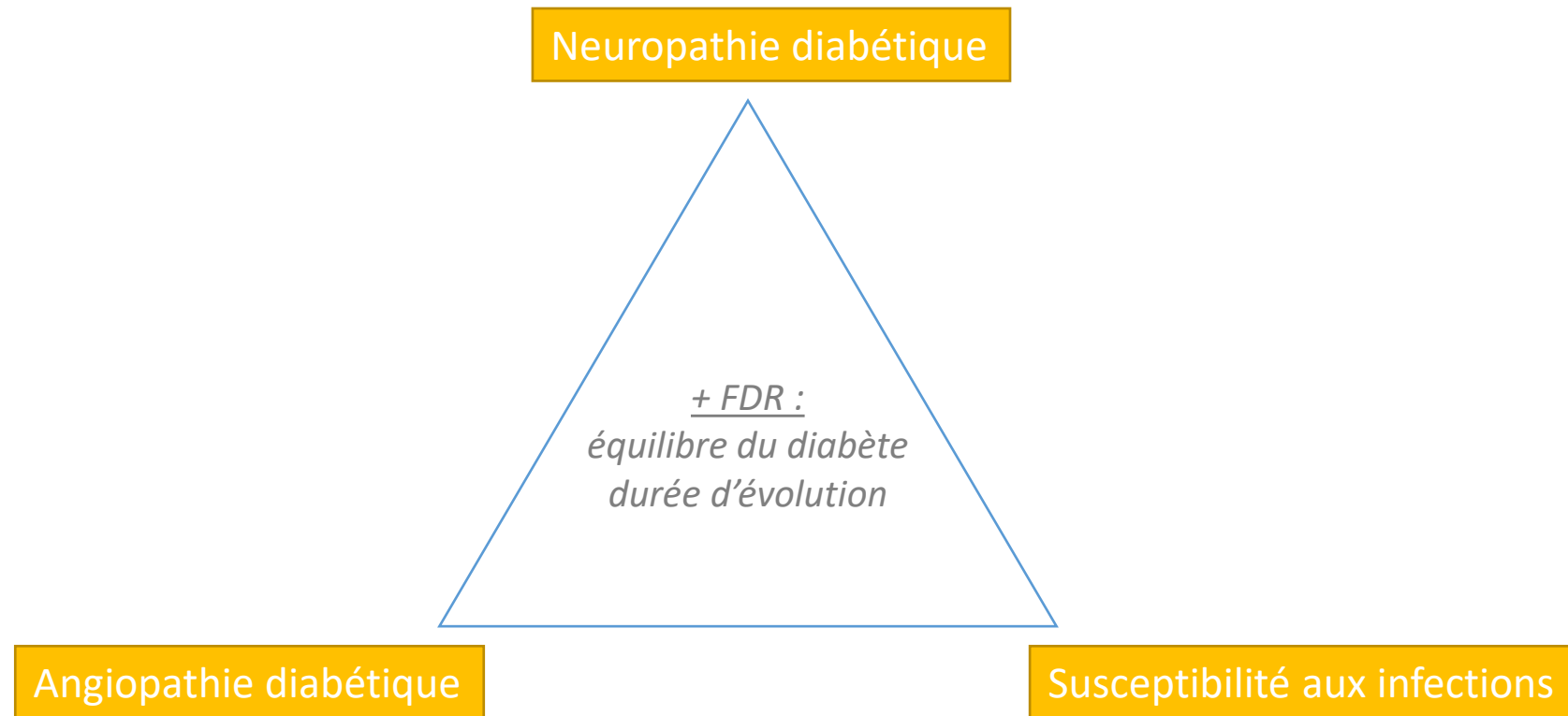
8 342 hospitalisations pour amputation

- ♂: 69 à 73 %
- Niveau d'amputation plus distal
- 36 à 46 % revascularisation
- Mortalité à 1 an : 23 % ap H pour DFU et 26 % pour amputation

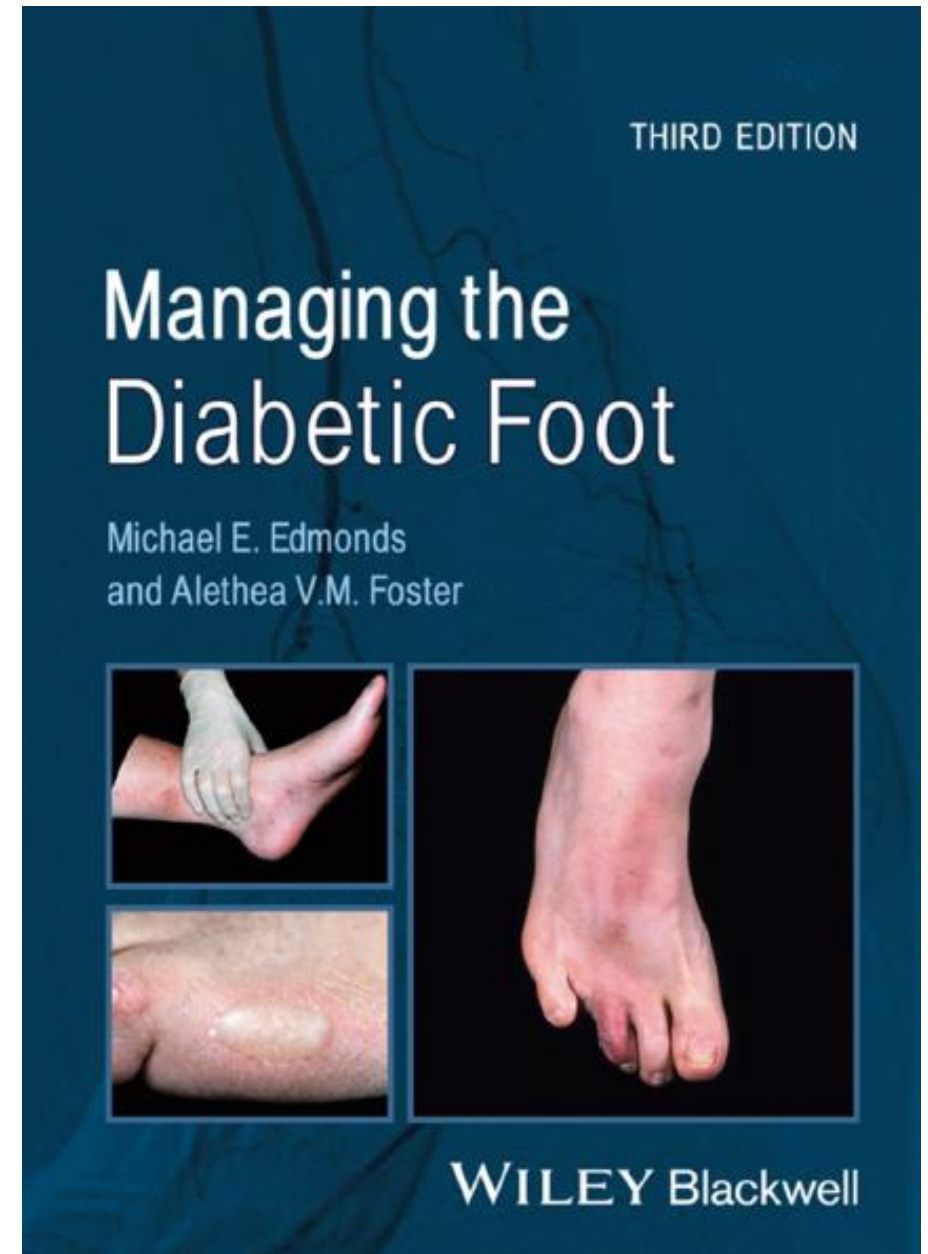
Le pied diabétique = pied à risque

STRATIFIER LE RISQUE	MESURES ASSOCIEES
Grade 0 : Absence de neuropathie sensitive	Examen annuel des pieds Education générale du patient
Grade 1 : neuropathie sensitive isolée	Examen biannuel des pieds Education ciblée du patient
Grade 2 : neuropathie et artériopathie et/ou déformations du pied	Examen des pieds tous les 3 mois Education ciblée du patient Consultation podologique spécialisée avec soins de pédicurie et podologies réguliers Si nécessaire, prescription d'orthèses ou de chaussures adaptées
Grade 3 : antécédents d' amputation ou d'ulcération ayant duré plus de 3 mois	Mêmes mesures que pour les grades 1 et 2. Orientation pour bilan annuel vers une équipe spécialisée

Physiopathologie des troubles trophiques



Neuropathie diabétique



Neuropathie diabétique

- Neuropathie sensitive (Malgrange, 2008)
 - perte signal alerte douleur
 - perte signal alerte thermique
 - troubles proprioceptifs
 - Douleurs/paresthésie/dysesthésie
- Neuropathie Motrice
- Dysautonomie

Neuropathie diabétique

- Neuropathie sensitive
- Neuropathie Motrice (Andersen, 2012)
 - atrophie plantaire
 - déformation
 - atrophie musculaire (*Bandyk, 2018*)
- Dysautonomie

Neuropathie Motrice → conséquence bio mécanique

- *Atrophie des muscles interosseux*
- *Déséquilibre extenseurs / fléchisseurs (Kimura et al., 2020)*
- *Altération Laxité Ligamentaire*
- *Limitation mobilité articulaire (Zimny et al., 2004)*

- Déformation post-chirurgicale

Neuropathie diabétique

- Neuropathie sensitive
- Neuropathie Motrice
- **Dysautonomie** (Deng et al., 2023)
 - Sécheresse
 - Hyperkératose
 - Augmentation température cutanée

Au total : pied neuropathique

INSENSIBLE

Sensibilité vibratoire
Sensibilité tactile
Sensibilité à la pression
Perception de la
douleur

DEFORME

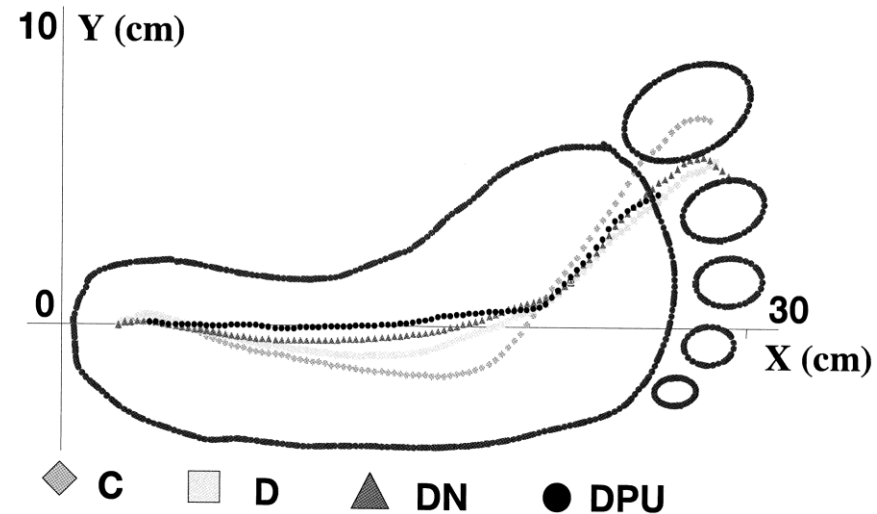
Fonte des muscles
interosseux
Proéminence des
têtes métatarsiennes
Orteils en griffe

Chaud et Sec

Hyperkératose en regard
des points d'appui

Diabetes Care. 2002;25(8):1451-1457. doi:10.2337/diacare.25.8.1451

Modification de la marche

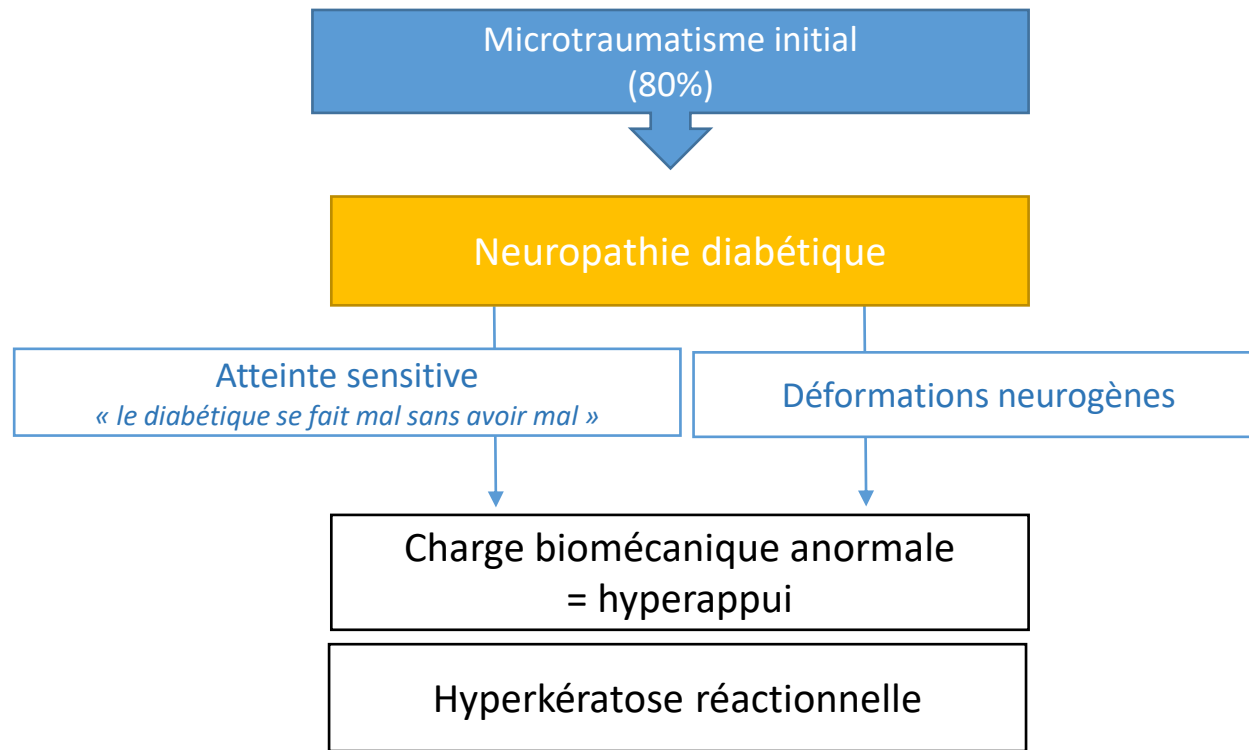
**Figure Legend:**

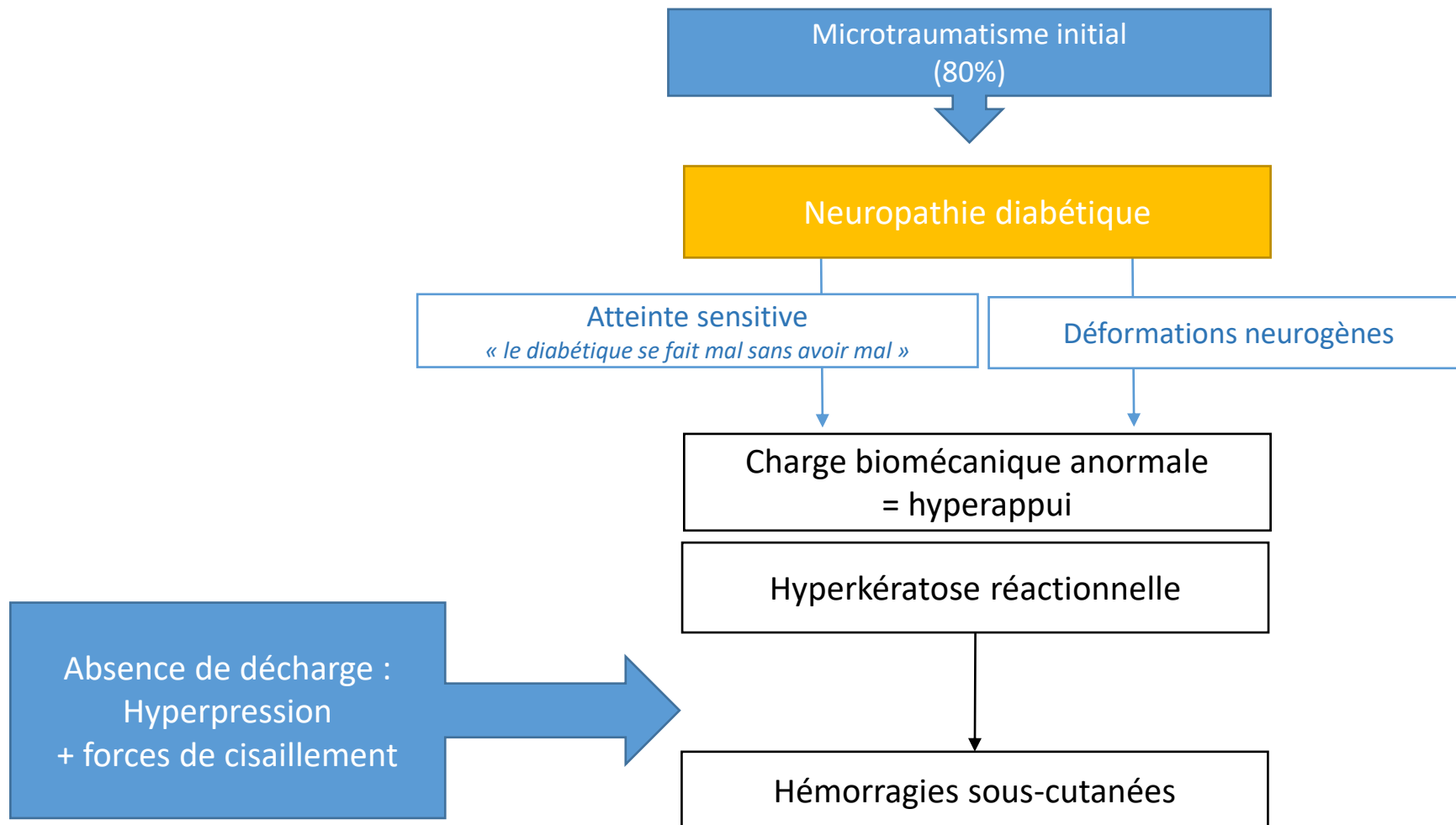
COP trajectories. For each group, the curve represents the average COP spatial evolution during the whole stance phase of gait. The distance between two successive markers of the same curve takes into account the velocity of transferring load from one point to the other: the smaller is the distance, the lower is the velocity, and the longer is the time of loading of the same area.

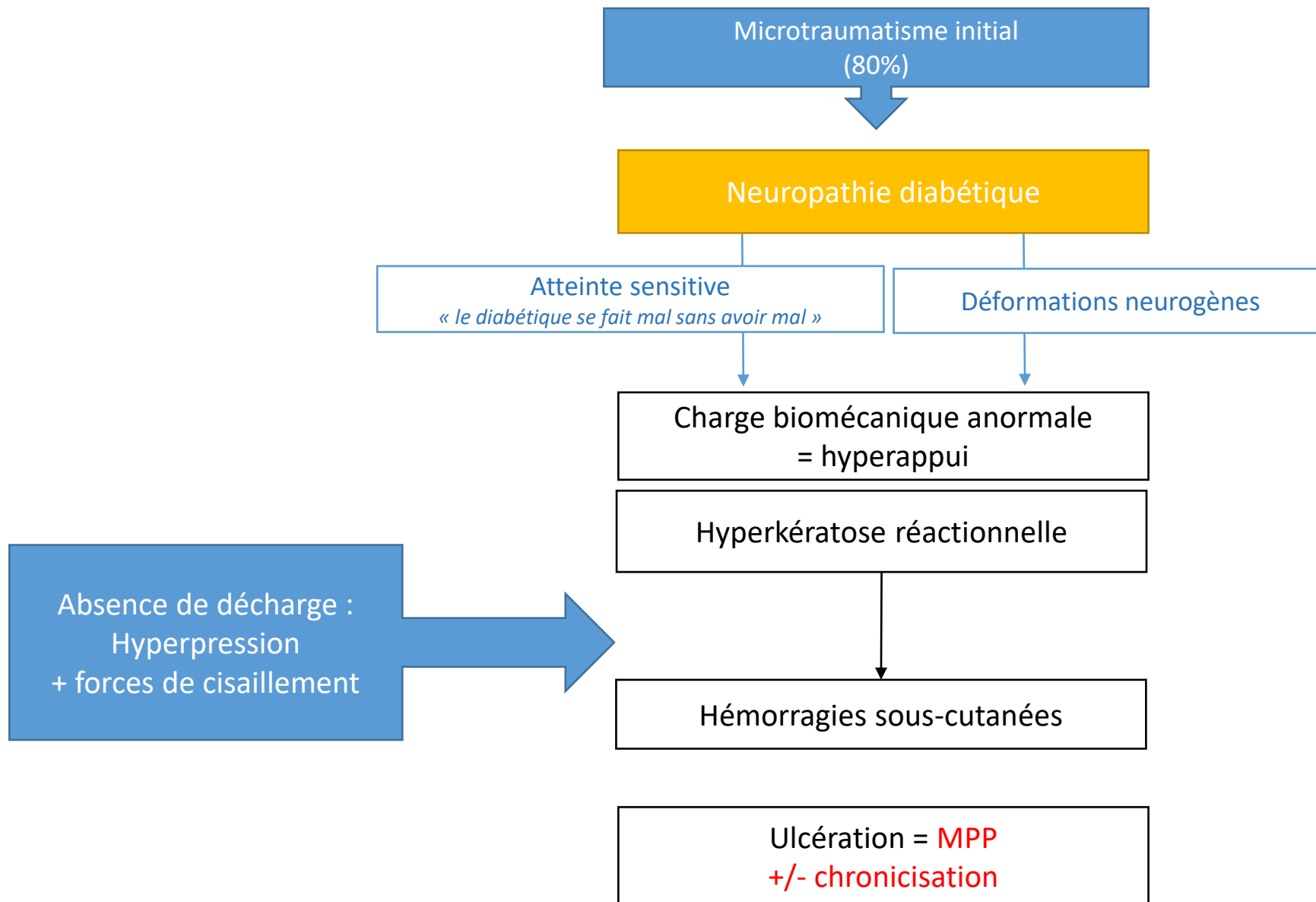
Microtraumatisme initial

(80%)









Microtraumatisme initial
(80%)



Neuropathie diabétique

Atteinte sensitive
« le diabétique se fait mal sans avoir mal »

Déformations neurogènes

Charge biomécanique anormale
= hyperappui

Hyperkératose réactionnelle

Hémorragies sous-cutanées

Absence de décharge :
Hyperpression
+ forces de cisaillement



Angiopathie diabétique

Retard de cicatrisation

Ulcération = **Mal Perforant Plantaire**
+/- chronicisation

Microtraumatisme initial
(80%)



Neuropathie diabétique

Atteinte sensitive
« le diabétique se fait mal sans avoir mal »

Déformations neurogènes

Charge biomécanique anormale
= hyperappui

Hyperkératose réactionnelle

Hémorragies sous-cutanées

Ulcération = **MPP**
+/- chronicisation

Infection, ostéite

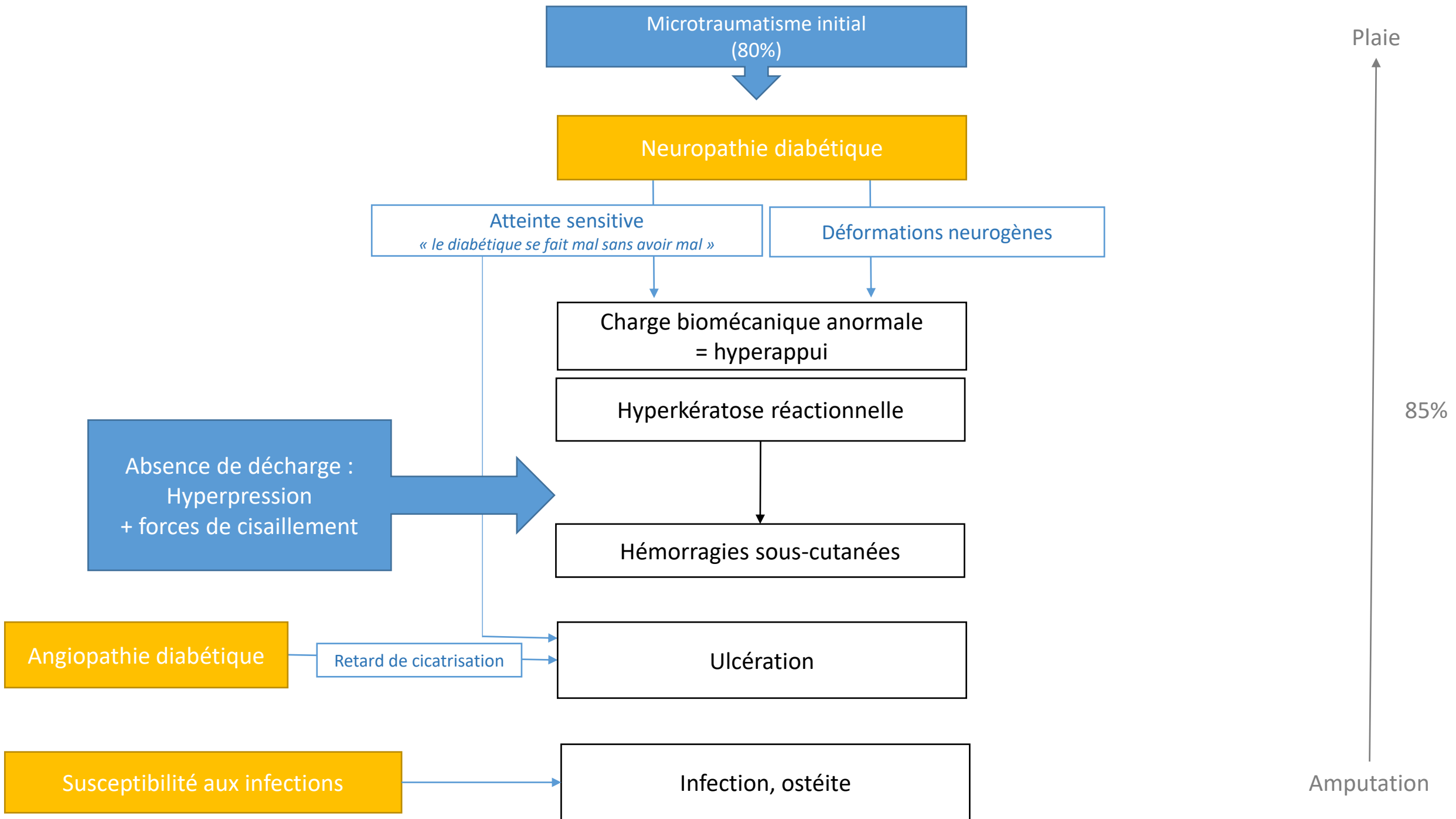
Absence de décharge :
Hyperpression
+ forces de cisaillement



Angiopathie diabétique

Retard de cicatrisation

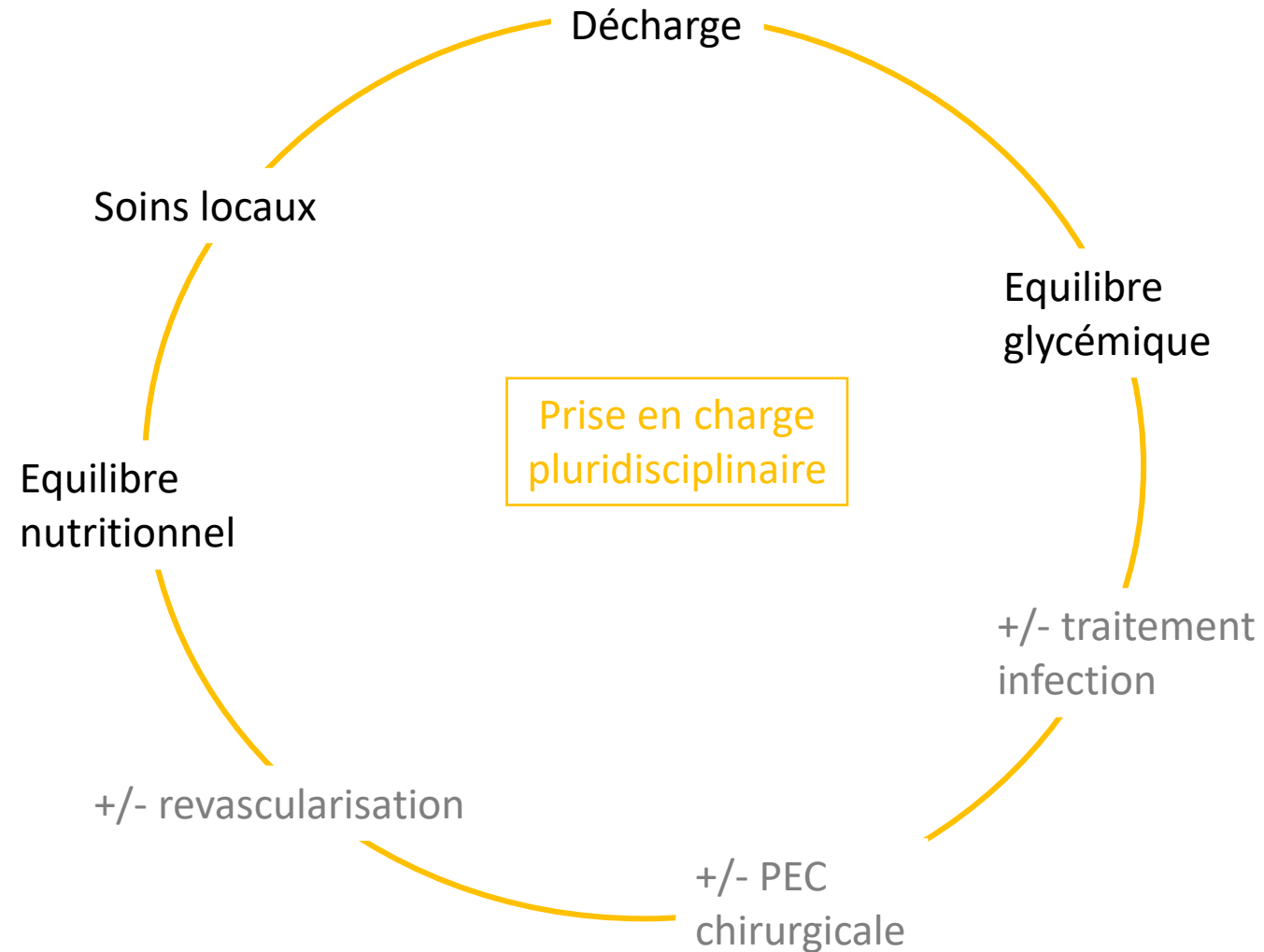
Susceptibilité aux infections



Le Pied Neuropathique aboutit Le mal perforant plantaire (MPP)

- Plaie à l'emporte pièce entourée d'une zone d'hyperkératose, indolore .
- Jamais nécrotique sauf en dehors d'une dermo hypodermite bactérienne nécrosante .

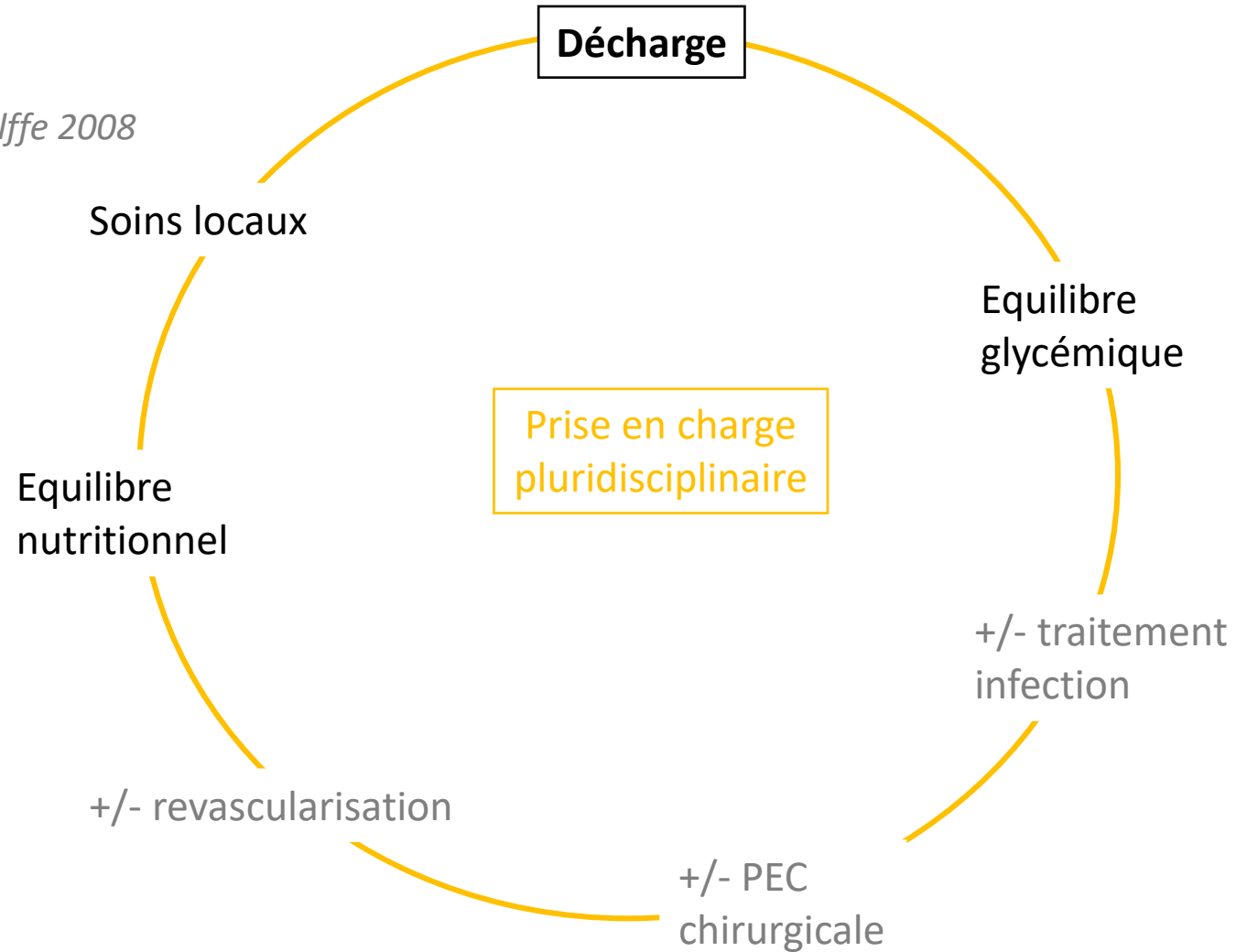
Multidisciplinarité



Décharge > aux autres traitements sur :

- taux de cicatrisation
- durée d'évolution
- risque d'amputation

Armstrong 2004, Piaggese 2003, Hinchilffe 2008



L' Artériopathie des membres inférieurs

- Fréquente :10-40 % des diabétiques
- Sex ratio : 1/2 (1/10 chez les non diabétiques)
- 20-30 des coronariens ont une AOMI
- Asymptomatique (70 %)
- 50 % des MPP sont neuro-ischémiques
- Plus précoce
- Plus sévère : multifocale et distale
- Évolution plus rapide
- FDR majeur de retard à la cicatrisation, d'amputation et d'évènement cardiovasculaire.

L' Artériopathie des membres inférieurs

Interrogatoire : Claudication intermittente , douleur de décubitus

Inspection :

Pied froid

Peau fine, brillante, dépilée, érythrocyanose de déclivité

Ongles épais, souvent mycotiques

Perte du capiton plantaire

Temps de recoloration de la pulpe après chasse sanguine > 5 sec

Pâleur rapide et prononcée à la surélévation du pied sur 1 minute

L' Artériopathie des membres inférieurs

Examen clinique : Palpation des pouls

Examen clinique : Mesures des IPS P cheville/P bras

INTERPRÉTATION CLINIQUE DE LA MESURE DE L'IPS			
IPS	INTERPRÉTATION CLINIQUE		
IPS compris entre 0,90 et 1,30	État hémodynamique normal		
IPS inférieur à un seuil de 0,90	AOMI (sensibilité de 95 % et spécificité proche de 100 %)	0,75-0,90	AOMI bien compensée
		0,40-0,75	AOMI peu compensée
		< 0,40	Retentissement sévère
IPS supérieur à 1,30	Artères incompressibles (médiocalcose)	Grand âge Diabète Insuffisance rénale	

Echo Doppler artériel

- Patient symptomatique

Claudication : doppler systématique, bilan lésionnel , doppler annuel

Ischémie critique : doppler systématique, bilan lésionnel, orienter le traitement

- Patient asymptomatique

- Examen clinique anormal et IPS $< 0,9$
- Patient diabétique > 40 ans
- Diabète de plus de 20 ans
- Tous les 5 ans, si diabétique

Mesure de la pression systolique à l'orteil

Mesure partielle en O₂ (Tc PO₂)

AOMI	Modérée	Sévère
Clinique	Pouls absent(s) Claudication intermittente	PM < 200 m Douleurs de décubitus
Pression de cheville	< 80 mmHg	< 50 mmHg
Pression d'orteil	< 55 mmHg	< 30 mmHg
IPS cheville/bras	< 0,9	< 0,5
IPS orteil/bras	< 0,7	
TcPO ₂	< 60 mmHg	< 30 mmHg

Angioscanner
Artériographie

Ulcères artériels

Peuvent être douloureux

Localisation : dorsale, latérale,
multiples, secondaires à un frottement chronique .

fond atone, sanieux, nécrotiques

sont creusants mettant à nu les structures sous jacentes

L'infection

- Elle vient compliquer une plaie
- D'autant plus fréquente que la plaie est ancienne (>4 semaines)
- On distingue l'atteinte des tissus mous qui peut-être une urgence contrairement à l'ostéite
- Le diagnostic est clinique +++ : Infection ≠ colonisation bactérienne, ce n'est pas le prélèvement qui fait le diagnostic
- Classification IDSA / IWGDF, toutes les infections ne nécessitent pas une hospitalisation : signes locaux , profondeur de la plaie , signes généraux

Classification (IDSA/IWGDF)

Grade Définition

1 Pas de symptôme ni de signe d'infection

2 Infection **LEGERE** (érythème périlésionnel < 2cm)

Atteinte uniquement **cutanée** avec **au moins 2 signes inflammatoires locaux** : érythème, chaleur, tuméfaction ou induration locale, écoulement

3 Infection **MODEREE**

Atteinte des structures **au-delà** de la peau (abcès profond, lymphangite, fasciite, osteo-arthrite)

4 Infection **GRAVE**

Présence d'**au moins 2 signes systémiques**

Urgence

- température > 38 °C ou < 36 °C,
- fréquence cardiaque > 90/min,
- fréquence respiratoire > 20/min,
- PaCO₂ < 30 mmHg,
- leucocytes > 12 000 ou < 4000/mm³,
- 10% de formes leucocytaires immatures.

Prélèvement Bactériologique

- En présence de signe d'infection
- Après préparation de la plaie
 - Débridement et nettoyage de la plaie à l'eau et au savon , rinçage au sérum physiologique pas d'antiseptiques
- Procédure de prélèvement :
 - Ecouvillonnage à éviter
 - Curetage de la base de l'ulcère
 - Aspirations de sécrétions purulentes
 - Biopsie tissulaire ou osseuse

Recommandations générales

- Ne pas débiter d'antibiothérapie probabiliste en cas d'ostéite sans infection associée de la peau ou des tissus mous
- En cas d'infection de la peau et des tissus mous : antibiothérapie probabiliste
- L'antibiothérapie probabiliste est fonction du grade de l'infection et de l'ancienneté de la plaie
- Elle est systématiquement active sur le SAMS
 - En cas de plaie récente (< 4 semaines): SAMS + streptocoques
 - En cas de plaie chronique (\geq 4 semaines): SAMS + streptocoques + entérobactéries + anaérobies

La Pratique:

Que faire devant une plaie ?

- 1. Evaluation initiale
- 2. Examen de la plaie
- 3. Traitement de la plaie
- 4. Le délai d'adressage
- 5. La prise en charge globale

1. Evaluation initiale

Evènement déclenchant , Circonstances de survenue, (éducation, prévention secondaire), durée

Grader systématiquement la sévérité de la plaie en fonction des composantes qui ont pu participé à la lésion actuelle : **Neuropathie/ Ischémie/ Infection**

Ne pas oublier le pied controlatéral

Etat général du patient, les antécédents

Contexte social

Critères d'hospitalisation ou adressage à un centre spécialisé

2.Examen de la plaie

2.1 Type de plaie

- Neuropathique
- Ischémique
- Mixte

2.2 Infection

2.3 Aspect et stade de la plaie

2.4 Dimensions

2.5 Classification

The University of Texas Classification System for Diabetic Foot Wounds

3 . Traitement local

- 3.1 Traitement de la plaie neuropathique
- 3.2 Traitement de la plaie ischémique
- 3.3 Choix du pansement

3.1 Traitement local d'une plaie neuropathique

Nettoyage au sérum physiologique ou savon doux

Exploration de la plaie : stylet mousse

Avec la curette ou le scalpel détersion mécanique de l'hyperkératose des berges et de la peau péri lésionnelle , détersion de la fibrine

Application du pansement , déterminer la fréquence de sa réfection

Compresses stériles , bandes extensibles non tissées (parfois pansement adhésif)

Gestion de la douleur

3.2 Traitement de la plaie ischémique

Retrait atraumatique du pansement

Si nécrose humide , assécher la plaie avec alginate, betatulle, biseptine

Pas de détersion appuyée

Gestion de la douleur

Fermeture par pansement non adhésif +++

3.3 Choix du pansement

Dispositif de protection destiné à recouvrir une plaie au moyen de produits fixés soit par un bandage soit par un adhésif

Objectif maintenir la plaie dans un milieu humide

Choix du pansement = Réflexion

- Gestion du milieu humide
- Stade et aspect de la plaie
- Acceptabilité / Tolérance patient
- Son coût

Un cas particulier : Le Pied de Charcot
ou ostéo-arthropathie neurogène:
une urgence diagnostique

Le Pied de Charcot

- Pathologie rare mais grave
- Incidence : 0,1-0,9 % / 0,08-13 %
- Près de 95 % ne seraient pas diagnostiqués
- Récurrence : 15-30 %
- Atteinte controlatérale : 21 % dans les 3 ans
- Risque d'amputation x12 en présence d'un ulcère
- Clinique : œdème , rougeur, chaleur, douleur
- Diagnostic différentiel: crise de goutte, arthrite infectieuse, hypodermite, algodystrophie, fracture de fatigue, phlébothrombose, poussée congestive d'arthrose
- Pas de syndrome inflammatoire biologique ou très modéré

Radio normale

- IRM
 - œdème médullaire à prédominance sous chondrale, de part et d'autre d'un interligne (kissing injury), lésions plus marquées/étendues en STIR qu'en T1,
 - micro-fractures sous chondrales ou impactations épiphysaires
 - Subluxations articulaires
 - Atteinte de plusieurs articulations

Traitement : suppression de l'appui

Sanders LJ et al., Churchill Livingstone. 1991

Que faire ?

ACTION DE PREVENTION:

Grâce à la gradation des risques podologiques, des actions de préventions sont mises en place.

- * **L'auto-surveillance des pieds**

- * **L'éducation thérapeutique**

Faire prendre conscience au patient des risques du diabète et de sa perte de sensibilité. Eviter la pédicurie de salle de bain. Préconiser des soins d'hygiène adaptés.

- * **Séances de pédicurie** (cf. tableau)

Elles sont complètement prises en charge par la s.s., en fonction du grade, par les pédicures formés sur le pied diabétique.

Prescription sur ordonnancier ALD précisant le nombre de soins et le grade du patient.

Grade de risque	Complication	Pédicurie	CHAUSSAGE
0	Pas de neuropathie	1 séance/an	Toutes les chaussures = OK
1	Neuropathie sensitive isolée	1 Séance/an	Chaussures de série respectant certaines conditions
2	Neuropathie +Artériopathie Et/ou déformation des pieds	5 séances/an	Chaussures de série (si possible) ou CHUT Podartis activity + OP
3	Antécédent de plaie chronique > 1 mois	8 séances/an	Chaussures orthopédiques

DÉCHARGE : modalités pratiques

« *Comment ?* »

* **UN CHAUSSAGE ADAPTE** (cf. tableau)

Pour le grade 1 et 2, il est préconisé d'acheter ses chaussures en fin de journée.

Elles doivent être:

- En cuir souple
- Sans couture intérieure
- Ni trop larges, ni trop étroites
- Suffisamment hautes pour les orteils

ATTENTION:

Vérifier qu'il n'y ait rien dans la chaussure avant de l'enfiler!

Mettre des chaussettes en cotons!

PAS DE CHAUSSURE OUVERTE en été!!!!

*** LA CHUT PODARTIS ACTIVITY**

A partir du grade 2

Chaussures de série vendues en pharmacie ou magasin de petit appareillage.

Caractéristiques:

- Large volume chaussant

- Doublure sans couture

- Contrefort postérieur stabilisant l'arrière-pied

- Semelle interne amovible

- Semelage avec barre de roulement ½ rigide qui favorise un déroulement naturel du pas sans pliage de la chaussure (technologie « wellwalk »)

Prescription sur ordonnancier ALD: « une paire de CHUT PODARTIS ACTIVITY (non substituable), pieds diabétiques grade 2 »

- **LA SEMELLE ORTHOPEDIQUE:**

A partir du grade 2

Elle se réalise sur moulage.

Objectifs: Correction des anomalies podologiques
ou répartition des appuis plantaires
ou décharge d'appuis

Prescription sur ordonnancier ALD: « une paire de semelles orthopédiques sur moulage, pieds diabétiques grade 2 ou 3 »

* **L'ORTHOPLASTIE:**

Elastomère de silicone souple moulé sur le pied

Role: - décharge (pulpaire, face dorsale d'une articulation interphalangienne)
- prothétique

Attention: pas de remboursement s.s.

Quelles situations nécessitent une mise en décharge ?

- Toute plaie du pied
 - MPP ++
 - Plaie traumatique
 - Escarre
 - Ulcère
- Pied de Charcot aigu (*Gastaldi, 2013*)

Comment choisir le type de décharge ?

- En fonction de la plaie :
 - Localisation ++
 - Déformations associées
 - Encombrement du pansement
 - Durée prévisible d'évolution

Comment choisir le type de décharge ?

- En fonction de la plaie :
 - Localisation ++
 - Déformations associées
 - Encombrement du pansement
 - Durée prévisible d'évolution
- En fonction du patient :
 - Troubles de l'équilibre
 - Capacités à mettre en place / ajuster un appareillage
 - Observance / compliance
 - Acceptation

Comment choisir le type de décharge ?

- En fonction de la plaie :
 - Localisation ++
 - Déformations associées
 - Encombrement du pansement
 - Durée prévisible d'évolution
- En fonction du patient :
 - Troubles de l'équilibre
 - Capacités à mettre en place / ajuster un appareillage
 - Observance / compliance
 - Acceptation
- En fonction des équipes :
 - Technique(s) maîtrisée(s)

Pourquoi prescrire un appareillage ?

- **Alitement** : complications de décubitus ++, observance médiocre
- **Aides à la déambulation** (canne, béquillage..) : risque de chute (neuropathie, troubles de l'équilibre), majoration hyperpression sur pied controlatéral
- **FR** : diminution mobilité, hyperappui lors des transferts, mauvaise acceptation

Avant-pied / orteils

Avant-pied / orteils
Face plantaire

Avant-pied / orteils
Face dorsale

Talon

Médiopied

Chaussures thérapeutiques de décharge

C.H.U.T. de décharge

Hinchliffe 2008, Armstrong 2001

+semelles

DTACP (Dispositif Transitoire d'Aide à la
Cicatrisation des Plaies)

Zone ulcérée	Localisation	Chaussures	Photos
Orteils Et Avant pied	Face dorsale	<p>PODALUX Donjoy</p> <p>TERADIAB Podartis (Neut)</p> <p>Ou incision en croix sur chaussure</p>	
Orteils Et Avant pied	Face plantaire	<p>-PODAPRO Donjoy</p> <p>-DTACP (Si limitation de la flexion dorsale)</p> <p>-Orthoplastie (décharge de la pulpe des orteils)</p>	
Médiopied	Face plantaire	DTACP	
Talon	Face plantaire	<p>TERAHEEL Podartis (Neut)</p> <p>SANITAL Mayzaud</p>	
Talon	Face postérieur	<p>DTACP ou MULE</p> <p>Au lit, Coussin Relève Jambes Neut (non remboursé)</p>	

DTACP

Dispositif thérapeutique d'aide à la cicatrisation du pied diabétique

Le **DTACP** est un dispositif agréé par l'HAS en grand appareillage sous la référence générique des chaussures orthopédiques.

Cette paire de chaussures temporaire est réalisée sur moulage, en matériaux thermoformables, sous 15 à 20 jours. Elle loge une orthèse plantaire épaisse (environ 25mm) munie d'un « trou » comblé de silicone en regard du MPP.

Objectifs:

Décharger en regard des plaies par excavation

Limiter les forces de cisaillement par intégration d'une barre de roulement

Réduire la durée de pression sous le MPP

Faciliter la mise en place de la chaussure par des scratches.

Conserver une démarche fonctionnelle

Possibilités multiples d'adaptation de la chaussure au fur et à mesure de l'évolution de la plaie.

Indications :

Pieds diabétiques avec plaie chronique non cicatrisée.

Echec ou impossibilité de la mise en décharge par CHUT (Barouk, Teraheel, Darco, Botte de marche...)

Prise en charge :

Sous prescription médicale en ALD: « Une paire de chaussures orthopédiques sur moulage type DTACP, pieds diabétiques grade 3 ».

Prise en charge à 100% par la sécurité sociale.

Le patient ne fait pas d'avance des frais.

Bottes

Amovibles : bottes de marche de série

- *Armstrong 2003*

Inamovibles :

Bottes de contact total / résines fenêtrées

Et après ?

Place de la chaussure orthopédique !

STRATIFIER LE RISQUE	MESURES ASSOCIEES
Grade 0 : Absence de neuropathie sensitive	Examen annuel des pieds Education générale du patient
Grade 1 : neuropathie sensitive isolée	Examen biannuel des pieds Education ciblée du patient
Grade 2 : neuropathie et artériopathie et/ou déformations du pied	Examen des pieds tous les 3 mois Education ciblée du patient Consultation podologique spécialisée avec soins de pédicurie et podologies réguliers Si nécessaire, prescription d'orthèses ou de chaussures adaptées
Grade 3 : antécédents d' amputation ou d'ulcération ayant duré plus de 3 mois	Mêmes mesures que pour les grades 1 et 2. Orientation pour bilan annuel vers une équipe spécialisée

LA CHAUSSURE ORTHOPEDIQUE:

Pour le grade 2 et 3

Réalisée sur mesures ou sur moulage des pieds, suivant un cahier des charges précis.

Elle devra respecter:

- le risque trophique
- le trouble volumétrique
- les différentes déformations,
- l'insuffisance de mobilité
- l'amputation partielle du pied
- le déficit de l'acuité visuelle

Prise en charge à 100% par la s.s, en 1/3 payant.

Prescription sur ordonnancier ALD:

« une paire de chaussure orthopédique sur moulage, pieds diabétiques grade 3 »

1^{ère} paire prescrite par un spécialiste, renouvellement par généraliste.

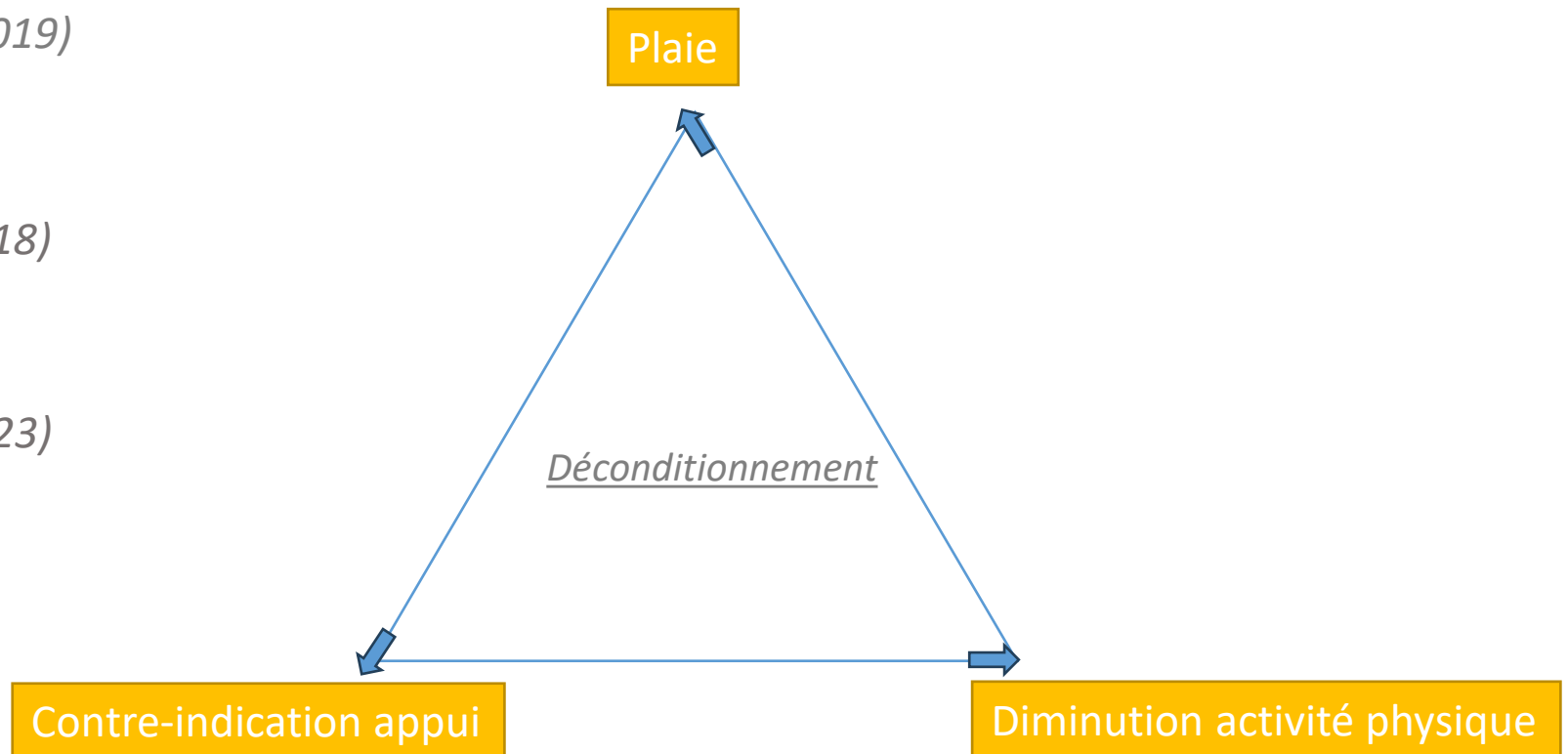
2 paires prises en charge la 1^{ère} année, 1 paire/an les années suivantes.

ATTENTION:

La chaussure de décharge doit être portée de façon permanente jusqu'à cicatrisation complète de la plaie!

Rééducation et Activité physique ?

- Amélioration cicatrisation Exercice physique + décharge ? *(Tran & Haley, 2021)*
- Quel protocole ? *(Liao et al., 2019)*
- Prévention ? *(Matos et al., 2018)*
- Amputation ? *(Aledi et al., 2023)*



Perception du patient

- Catastrophisme ? [Ashmore 2018](#)
- une lourde charge de gestion des soins, une perte importante de la fonction ambulatoire, un stress économique dû aux coûts des soins médicaux et à la perte d'emploi, et une souffrance émotionnelle liée à ces facteurs de stress. [Crocker 2021](#)

Conclusion

- Petite plaie = (potentiellement) grandes conséquences
- Décharge = pierre angulaire du traitement
- Plusieurs moyens en fonction
 - Du patient
 - De la plaie
 - De l'équipe
- Du simple (série) au complexe (sur mesure)
- Dans tous les cas : décharge efficace si respectée => EDUQUER !

CIH

Classification
internationale
du fonctionnement,
du handicap
et de la santé



Organisation mondiale de la Santé
Genève

Merci

Merci pour votre attention

Remerciements :
J. Bertolino (Neostep)
Dr R. Grangeot (AP-HM)