



HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

ANALYSE BAROPODOMETRIQUE DE LA MARCHE

Classement CCAM : 15.01.05 – code : NKQP002

JUIN 2007

Service évaluation des actes professionnels

Ce rapport est téléchargeable sur
www.has-sante.fr

Haute Autorité de santé
Service communication
2 avenue du Stade de France – 93218 Saint-Denis La Plaine CEDEX
Tél. : +33 (0)1 55 93 70 00 – Fax +33 (0)1 55 93 74 00

Ce document a été validé par le Collège de la Haute Autorité de santé en **juin 2007**

© Haute Autorité de santé – **2007**

L'EQUIPE

Ce dossier a été réalisé par le Dr Françoise Saint-Pierre, Chef de projet au Service évaluation des actes professionnels.

La recherche et la gestion documentaire ont été effectuées par Mme Christine Devaud, Documentaliste, et Mme Renée Cardoso, Assistante-documentaliste, sous la direction de Mme Frédérique Pagès, Docteur ès sciences, responsable du Service documentation.

L'organisation de la réunion et le secrétariat ont été réalisés par Félix Muller.

Pour tout contact au sujet de ce dossier :

Tél. : 01 55 93 71 12

Fax : 01 55 93 74 35

E-mail : contact.seap@has-sante.fr

Service évaluation des actes professionnels
Chef de service, Dr Sun Hae Lee-Robin
Adjoint au Chef de service, Dr Denis-Jean David, Docteur ès sciences

TABLE DES MATIERES

L'EQUIPE	3
TABLE DES MATIERES	4
SYNTHESE	5
INTRODUCTION	9
CONTEXTE	10
I. PATHOLOGIES CONCERNEES	10
I.1. Déficiences motrices dans la population générale.....	10
I.2. Déficiences motrices chez l'enfant.....	10
I.3. Malformations/déformations du pied.....	10
I.4. Pied diabétique.....	11
II. DESCRIPTION TECHNIQUE	11
III. CONDITION ACTUELLE DE LA PRISE EN CHARGE EN FRANCE	12
IV. IDENTIFICATION DANS LES NOMENCLATURES ETRANGERES	12
ÉVALUATION	13
I. ANALYSE CRITIQUE DES DONNEES DE LA LITTERATURE	13
I.1. Recherche documentaire.....	13
I.2. Efficacité de l'acte.....	15
I.3. Sécurité, complications de l'acte.....	22
I.4. Place de l'acte dans la stratégie thérapeutique.....	22
I.5. Conditions d'exécution.....	22
I.6. Impact en santé publique.....	22
II. POSITION DU GROUPE DE TRAVAIL	22
III. ESTIMATION DE LA POPULATION-CIBLE	24
CONCLUSION	25
ANNEXES	26
I. METHODE GENERALE D'EVALUATION DES ACTES PAR LE SERVICE EVALUATION DES ACTES PROFESSIONNELS	26
I.1. Analyse des données identifiées dans la littérature.....	26
I.2. Position de professionnels réunis dans un groupe de travail.....	27
II. MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL	28
III. ACTES EXAMINES AU COURS DE LA REUNION DU GROUPE DE TRAVAIL	28
IV. DECLARATIONS D'INTERET	28
REFERENCES	29
AVIS DE LA HAUTE AUTORITE DE SANTE	32

SYNTHESE

INTRODUCTION

- L'évaluation de l'acte « Analyse baropodométrie de la marche » a été demandée par l'UNCAM et par la SOFMER (Société française de médecine physique et de réadaptation), en vue de son inscription à la liste des actes remboursés ou pris en charge par l'Assurance maladie.
- La Haute Autorité de santé a évalué le Service attendu de cet acte pour rendre un avis sur leur inscription à cette liste.

CONTEXTE

- Toute perturbation du système locomoteur, d'origine extérieure, traumatique ou pathologique, a des conséquences sur la distribution des forces agissant sur les surfaces plantaires d'appui. L'observation des empreintes constitue une méthode de choix, qui révèle certains dysfonctionnements du système locomoteur, mais également des anomalies morphologiques du pied. Afin de mieux connaître les stratégies fonctionnelles utilisées par le système locomoteur pour assurer l'équilibre dynamique du corps pendant la marche, une analyse dynamique quantitative des empreintes basée sur la distribution des pressions plantaires au cours de la marche est nécessaire. L'analyse des pressions plantaires et des forces de réaction au sol peut être réalisée par les semelles baropodométriques (interface plantaire équipée de capteurs) et par les plates-formes dynamométriques qui sont destinées à mesurer les réactions d'appui au sol, décomposées dans les trois axes de l'espace.

- Les étiologies des pathologies concernées sont nombreuses : neurologiques, orthopédiques, malformatives et métaboliques.

Le pied varus équin, pied bot, est un des problèmes orthopédiques, congénital, le plus courant ; il peut être aussi la séquelle d'un accident vasculaire cérébral ; une étude prospective française de cohorte montrait une fréquence à 1 an de 18 %, avec des conséquences fonctionnelles limitées grâce à une prise en charge spécialisée précoce et prolongée.

Quant au diabète, les complications du pied constituent une des plus sévères complications ; la prévalence des facteurs de risque podologique est élevée : 72,8 % d'une population diabétique hospitalière étudiée était considérée comme à faible risque d'ulcération, alors que 17,5 % était à haut risque, ce qui permet de conclure sur la nécessité de mise en place d'une politique de dépistage et de prévention.

- Nomenclatures : l'acte n'est pas inscrit à la CCAM tarifante. L'acte a été identifié à la nomenclature américaine.

ÉVALUATION

La méthode proposée par la HAS pour évaluer le Service attendu des actes professionnels est fondée sur les données scientifiques identifiées, et la position des professionnels réunis dans un groupe de travail.

Analyse critique des données de la littérature

Publications étudiées :

Une recherche documentaire a été effectuée de janvier 1995 à février 2007 par interrogation des principales bases de données bibliographiques médicales (*Medline, The Cochrane Library, National guideline clearinghouse* et *HTA Database*). Deux cent soixante-seize documents ont été obtenus, 24 cités, dont 14 ont été analysés.

Les articles correspondant aux critères suivants ont été sélectionnés et analysés :

- 6 études évaluant les performances techniques des appareils : 4 études de reproductibilité, 2 études comparatives (différents systèmes d'analyse) ;
- 8 études évaluant les bénéfices attendus, en termes de performance et d'efficacité des traitements.

Indications :

Analyse d'une déficience ou d'un trouble de fonctionnement du pied (orientation du pas ; répartition des appuis, coordination) dans 2 cadres :

- 1 – aide à la décision thérapeutique ;
- 2 – évaluation de l'efficacité des traitements (orthèse, médicament, chirurgie).

Efficacité :

Les études de reproductibilité (n = 152) montrent que :

- La reproductibilité des mesures sur plate-forme de marche est meilleure avec la méthode « two-step » (0,41 à 0,99), qui est donc une alternative fiable, reproductible et plus simple, à la méthode traditionnelle « mid-gait » (0,18 à 0,99), et la reproductibilité avec la méthode « one-step » et « three-step » est similaire pour le pic de pression, mais est différente pour les paramètres intégrale-temps de pression et temps de contact.
- Avec des chaussures à semelles embarquées, les mesures des différents paramètres sont reproductibles (> 0,90) avec un nombre de pas n'excédant pas 8 ; mais il est nécessaire de contrôler la vitesse de marche pour évaluer les paramètres de charge.
- La comparaison de différents systèmes, baropodométrie *versus* pédobarographie met en évidence une bonne corrélation entre les 2 systèmes, excepté pour le pic de pression au niveau de l'avant-pied ; pour le système chaussures à semelles embarquées *versus* plate-forme de force, les mesures des déplacements du centre de pression montrent un degré de corrélation plus élevé pour le déplacement antéropostérieur (> 0,90) que le déplacement médiolatéral (> 0,70).

Plusieurs études d'évaluation clinique (n = 416) mettent en évidence les bénéfices attendus de la technique ; en effet, la connaissance de la distribution des pressions plantaires va orienter la décision thérapeutique et/ou le choix d'appareillages, de chaussures ou orthèses dans de nombreuses pathologies (diabète, hémiplégie, PR, malformations du pied).

Sécurité :

Aucune complication liée aux actes n'a été identifiée dans la littérature.

Place dans la stratégie diagnostique et thérapeutique :

L'analyse baropodométrie vient en complément de l'examen clinique et des autres méthodes manuelles ou instrumentales d'évaluation motrice et/ou morphostatique.

Cette analyse dynamique qui permet de connaître la variation du centre des pressions est à distinguer de la podobarométrie statique.

Conditions d'exécution :

Un référentiel en médecine physique et de réadaptation a décrit les moyens de réalisation de l'acte qui nécessite un dispositif d'analyse baropodométrie de la marche, avec semelles baropodométriques incluses dans les chaussures (à changer pour moins de 50 explorations).

Impact sur la santé de la population, le système de soins et les programmes de santé publique :

Aucune étude en population n'a été identifiée.

Position du groupe de travail

Indications et place dans la stratégie thérapeutique :

Le groupe d'experts souligne bien que l'examen n'est pas du tout systématique. Il est réservé aux cas difficiles (neurologiques, orthopédiques, malformatifs, et métaboliques) quand l'analyse de la répartition des pressions plantaires et des appuis est indispensable pour orienter le traitement afin d'améliorer la marche.

Cette analyse dynamique permet de connaître la variation du centre des pressions et les éléments de stabilisation du pied lors de la marche ; elle est à distinguer de l'analyse statique, réalisée debout, par le podologue (podométrie, empreintes plantaires, etc.).

Pour les pathologies simples, il ne constituera pas une première démarche thérapeutique ; il sera réalisé uniquement en cas d'échec thérapeutique.

Il permet aussi d'assurer le suivi du traitement en évaluant l'efficacité des traitements.

Pathologies/populations traitées :

Les étiologies sont nombreuses : neurologiques, orthopédiques, malformatives, et métaboliques avec des plaintes de douleur plantaire, des déformations de pieds traumatiques, etc.

Les pathologies concernées les plus fréquentes sont le diabète, l'AVC (les 15 % avec séquelles soit environ 2 % des AVC) et la PR.

La population est difficile à chiffrer. De nombreux diabétiques devraient pouvoir bénéficier de l'examen afin d'éviter des amputations.

Le nombre d'actes effectué en France est difficile à évaluer, car ces actes ne sont pas pour l'instant tarifés ; d'autre part, les experts estiment qu'il y a une différence entre l'existant et le potentiel possible.

Efficacité :

Le groupe de travail est en accord avec les données de reproductibilité et d'efficacité décrites dans le dossier.

Sécurité :

Le risque de chute n'est pas nul ; l'examen doit donc être réalisé dans de bonnes conditions.

Formation nécessaire :

Soit 3^{ème} cycle formation initiale médecine physique et réadaptation, également pour les rhumatologues et orthopédistes.

Soit formation complémentaire acquise avec un DIU spécifique pour d'autres spécialistes compétents en pathologies du pied.

Le groupe souligne que bien au-delà de la réalisation de l'acte, c'est son interprétation qui exige aussi des compétences.

Environnement nécessaire :

Le groupe est en accord avec l'environnement décrit dans le référentiel de moyens des cabinets libéraux de MPR. La nécessité de la démarche qualité, grâce à l'évaluation des pratiques professionnelles (EPP), est évoquée.

Estimation de la population-cible :

L'examen est nécessité par la gravité de la pathologie. Le nombre d'actes effectué en France est difficile à évaluer, car ces actes ne sont pas pour l'instant tarifés ; d'autre part, les experts estiment qu'il y a une différence entre l'existant et le potentiel possible.

Le nombre de centres en France est difficile à chiffrer ; on pourrait considérer qu'il existe 2 centres par département. Dans un précédent dossier concernant l'analyse de la marche (métrologique), le nombre d'actes était évalué à environ 500/an/centre, soit 95 000. Le groupe souligne que ce chiffre englobait l'analyse globale de la marche, et incluait les 3 types d'analyse : métrologique, baropodométrie et cinématique qui apportent chacune des données différentes selon les informations recherchées.

Conclusions du GT :

Le groupe s'accorde pour rendre un avis favorable pour l'inscription de l'acte, avec un SA suffisant.

Population-cible

- Données de la littérature :

La multiplicité des pathologies et la diversité du degré de gravité ne permettent pas d'estimer précisément le nombre de patients concernés par les actes.

- Données des professionnels :

Dans un précédent dossier concernant l'analyse de la marche (analyse métrologique), le nombre d'actes était évalué à environ 500/an/centre, soit 95 000. Le groupe souligne que ce chiffre englobait l'analyse globale de la marche, et incluait les 3 types d'analyse : métrologique, baropodométrie et cinématique qui apportent chacune des données différentes selon les informations recherchées.

CONCLUSION

Intérêt thérapeutique :

L'analyse baropodométrie de la marche est l'unique méthode dynamique quantitative permettant l'analyse de la répartition des pressions plantaires et des appuis dans des pathologies neurologiques, orthopédiques, malformatives, et métaboliques. Réservée aux cas difficiles, cette évaluation est indispensable pour mieux orienter la décision thérapeutique et/ou le choix d'appareillages, de chaussures ou orthèses, et permettre le suivi des patients.

Intérêt en santé publique :

Aucune étude sur l'impact de l'acte en santé publique n'a été identifiée.

Les incapacités dues au handicap se traduisent par des douleurs, des limitations d'activité, une réduction de la mobilité avec désinsertion professionnelle, une perte d'autonomie et des risques de chute.

Au vu de ces données, le Service attendu (SA) est considéré suffisant.

L'Amélioration du SA (ASA) est considérée mineure (IV), car :

- intérêt de l'acte, en deuxième intention, pour quantifier le dysfonctionnement pour une aide à la décision thérapeutique, et en vue d'objectiver l'efficacité des traitements ;
- gravité des pathologies évaluées.

INTRODUCTION

Dans le cadre de ses missions, la Haute Autorité de santé (HAS) évalue le Service attendu des actes professionnels, puis rend un avis quant aux conditions d'inscription ou à la radiation de ces actes sur la liste prévue à l'article L. 162-1-7 du Code de la sécurité sociale (c'est-à-dire la liste des actes pris en charge par l'Assurance maladie). L'avis de la HAS est notamment transmis à l'Union nationale des caisses d'assurance maladie (UNCAM) qui prend la décision d'inscrire, de modifier les conditions d'inscription ou de radier les actes.

L'évaluation du Service attendu de l'acte prend en compte l'intérêt diagnostique ou thérapeutique et l'intérêt de santé publique. Dans l'appréciation de l'intérêt diagnostique ou thérapeutique, sont considérées l'efficacité, la sécurité et la place de l'acte dans la stratégie diagnostique ou thérapeutique. L'intérêt de santé publique est évalué en termes d'impact sur la santé de la population (mortalité, morbidité, qualité de vie, besoin thérapeutique non couvert, eu égard à la gravité de la pathologie), d'impact sur le système de soins, et d'impact sur les programmes et politiques de santé publique. Ces différents critères d'évaluation du Service attendu de l'acte sont définis dans l'article R. 162-52-1 du Code de la sécurité sociale.

Ce rapport décrit les résultats de l'évaluation de l'acte « Analyse baropodométrie de la marche. »

Cette évaluation a été demandée par l'UNCAM et par la SOFMER (Société française de médecine physique et de réadaptation), en vue de son inscription à la liste des actes remboursés ou pris en charge par l'Assurance maladie.

CONTEXTE

L'acte est proposé dans l'indication :

- analyse d'une déficience ou d'un trouble de fonctionnement du pied (orientation du pas ; répartition des appuis, coordination) et aide à la décision thérapeutique ;
- évaluation de l'efficacité des traitements (orthèse, médicament, chirurgie) et des résultats fonctionnels obtenus au cours de programmes de rééducation.

I. PATHOLOGIES CONCERNEES

I.1. Déficiences motrices dans la population générale

Les déficiences motrices touchent 13,4 % de la population, soit plus de 8 millions de personnes regroupant des atteintes modérées, voire légères, principalement liées aux rhumatismes et à l'arthrose (1).

Les déficiences motrices affectent 1 % des jeunes enfants, plus de la moitié des octogénaires et deux tiers des nonagénaires.

Les incapacités dues au handicap se traduisent par des limitations d'activité et une réduction de la mobilité.

Des données de la DRESS (2) évaluent le nombre de nouveaux cas d'affections de longue durée en 2004, soit 951 058 ; le pourcentage des entrées en ALD pour les affections neurologiques et neuromusculaires (myopathie, épilepsie grave, maladie de Parkinson, paraplégie et sclérose en plaques) est estimé à 3,7 %.

I.2. Déficiences motrices chez l'enfant

Des données concernant des déficiences motrices chez l'enfant avec retentissement notable ont été recueillies par enquêtes auprès de CDES (3) : la prévalence serait estimée à 3,24 pour mille ; elle se répartit ainsi :

- malformations du SNC, dont spina bifida, microcéphalies, hydrocéphalies : 0,44 pour mille ;
- maladies héréditaires et dégénératives du SNC, dont Friedreich, ataxies cérébelleuses, leucodystrophies : 0,30 pour mille ;
- infirmité motrice cérébrale (IMC) : 1,12 pour mille ;
- malformations ostéo-articulaires, dont agénésies, dysgénésies, maladies ostéo-articulaires congénitales : 0,27 pour mille ;
- 36 % d'autres déficiences motrices, dont myopathies : 1,11 pour mille.

I.3. Malformations/déformations du pied

Le pied varus équin, pied bot, est un des problèmes orthopédiques, congénital, le plus courant. Une étude prospective multicentrique suédoise (4) a rapporté une incidence moyenne cumulative de 1,4 pour 1 000 sur deux ans. Les trois quart des cas étaient des garçons, et dans la moitié des cas les deux pieds étaient atteints. L'incidence cumulative sur une période de 16 ans (1978-1993) a été calculée au Danemark : elle était de 1,2 pour mille naissances (5).

Le pied varus et/ou équin peut être la séquelle d'un accident vasculaire cérébral ; une étude prospective française de cohorte montrait une fréquence à 1 an de 18 %, avec des conséquences fonctionnelles limitées grâce à une prise en charge spécialisée précoce et prolongée (6).

I.4. Pied diabétique

Les complications du pied constituent une des plus sévères complications du diabète (7).

Une enquête française multicentrique auprès d'une population diabétique hospitalière montrait que la prévalence des facteurs de risque podologique était élevée : 72,8 % de la population étudiée était considérée comme à faible risque d'ulcération, alors que 17,5 % était à haut risque. Les auteurs concluaient sur la nécessité de mise en place d'une politique de dépistage et de prévention (8).

II. DESCRIPTION TECHNIQUE

Toute perturbation du système locomoteur, d'origine extérieure, traumatique ou pathologique, a des conséquences sur la distribution des forces agissant sur les surfaces plantaires d'appui. L'observation des empreintes constitue une méthode de choix qui révèle certains dysfonctionnements du système locomoteur, mais également des anomalies morphologiques du pied (9).

Afin de mieux connaître les stratégies fonctionnelles utilisées par le système locomoteur pour assurer l'équilibre dynamique du corps pendant la marche, une analyse dynamique quantitative des empreintes basée sur la distribution des pressions plantaires au cours de la marche est nécessaire.

L'analyse des pressions plantaires et des forces de réaction au sol peut être réalisée par les semelles baropodométriques (interface plantaire équipée de capteurs) et par les plates-formes dynamométriques qui sont destinées à mesurer les réactions d'appui au sol, décomposées dans les trois axes de l'espace.

Plusieurs systèmes d'enregistrement baropodométrique avec semelles embarquées ont été décrits :

- Le système Dynalyser (9) est un dispositif entièrement portable qui comprend trois parties essentielles : les semelles baropodométriques, l'unité de conditionnement des capteurs et de prétraitement des signaux, l'unité informatique de traitement.

Les semelles baropodométriques sont constituées de 2 127 capteurs de force, répartis superficiellement suivant une matrice régulière, les points de mesure étant distants de 1 cm en moyenne (variable suivant la pointure). Ces semelles, souples et de faible épaisseur (2 à 3 mm) sont placées à l'intérieur de sandales légères, souples et sans talons.

L'unité électronique de conditionnement et de prétraitement des signaux, portée à la ceinture, est reliée aux capteurs par deux nappes de 24 fils. Elle est reliée au calculateur par un câble bifilaire léger, de 25 mètres de long. Elle réalise les fonctions de multiplexage des capteurs, linéarisation, numérisation, sérialisation et transmission des informations vers l'unité centrale.

L'unité centrale informatique associée au dynalyser est un compatible IBM-PC classique. Elle effectue l'acquisition à une cadence de 40 « empreintes »/s, la durée maximale du test étant de 25 secondes, et un logiciel de traitement graphique et numérique traite les données.

L'utilisation d'un nombre relativement important de capteurs plantaires et leur disposition matricielle régulière, conduit à une analyse fine de la distribution des forces à l'intérieur des aires de contact du pied, et donc à une véritable image plantaire, représentative de l'état dynamique de la marche. Le système calcule également la position des centres des forces sous chaque pied ainsi que du centre résultant (9).

Les positions des centres des forces ainsi que leurs trajectoires constituent des paramètres illustrant la dysfonction.

- Le système Parotec, autre dispositif d'enregistrement des pressions plantaires, comprend des paires de semelles disponibles dans chaque pointure qui peuvent être intégrées dans des chaussons en néoprène pour homogénéiser le chaussage (10). Les semelles de mesure sont munies de capteurs hydrocellulaires enregistrant les forces normales et les forces de friction, reliés à un boîtier d'acquisition porté à la ceinture. Chaque capteur hydrocellulaire se compose d'un élément électronique intégré à une capsule remplie d'un fluide incompressible. Ce système impose un protocole d'enregistrement constitué de trois étapes obligatoires : 1- enregistrement des pressions engendrées par le serrage des chaussons en néoprène avec le sujet assis, les talons décollés du sol ; 2- enregistrement des pressions en statique, debout au repos, pendant 5 secondes ; 3- enregistrement des pressions lors de la marche (10).

- Le système F-Scan comporte aussi des semelles embarquées, dont l'épaisseur ne dépasse pas 0,15 mm, intégrant 960 capteurs de type résistif, et qui sont adaptées en taille et placées dans les chaussures ordinairement utilisées par le patient. Chaque semelle est raccordée à un boîtier d'interface fixé à la cheville ; les données numériques sont transmises par câble à l'ordinateur (11). Pour tenir compte du poids du patient, une calibration des capteurs est toujours nécessaire.

Des plates-formes dynamométriques type EMED, Tekscan sont constituées d'un grand nombre de capteurs capacitifs calibrés. Quand le sujet marche, les signaux émis sont directement représentés en couleur sur un écran d'ordinateur, et peuvent être imprimés en couleur. Les variables de mesure se comprennent en pression (Newton/cm²), en temps (en seconde) et sur les zones de pression (en coordonnées x/y). Le système permet ainsi d'effectuer des mesures de la répartition de la pression statique et dynamique, à raison d'une vitesse maximum de 600 000 capteurs à la seconde (Emed). Ce système est basé sur le principe technologique de mesure capacitif, l'élément de repositionnement d'un capteur capacitif est doté d'une définition exacte et les forces horizontales sont compensées de façon élastique, sans changer les caractéristiques des capteurs. Des logiciels permettent l'analyse de la répartition de la pression, et les mesures sont calculées automatiquement.

III. CONDITION ACTUELLE DE LA PRISE EN CHARGE EN FRANCE

L'acte n'est pas inscrit à la CCAM tarifante.

IV. IDENTIFICATION DANS LES NOMENCLATURES ETRANGERES

L'acte a été identifié à la nomenclature américaine.

Tableau 1. Libellés identifiés dans les nomenclatures étrangères.

Nomenclature	Code	Libellé
Américaine (CPT 2005) Australienne (MBS 2006) Belge (2005) Québécoise (2005)	96001	Dynamic plantar pressure measurement during walking

ÉVALUATION

La méthode proposée par la Haute Autorité de santé (cf. *annexe I*) pour évaluer le Service attendu d'un acte est fondée sur :

- l'analyse critique des données la littérature scientifique ;
- la position des professionnels réunis dans un groupe de travail.

I. ANALYSE CRITIQUE DES DONNEES DE LA LITTERATURE

I.1. Recherche documentaire

I.1.1. Sources d'informations

Bases de données bibliographiques consultées :

- *Medline (National Library of Medicine, États-Unis)*
- *Pascal (CNRS – INIST, France)*

Autres sources :

- *Cochrane Library (Royaume-Uni),*
- *National Guideline Clearinghouse (États-Unis)*
- *HTA Database (International Network of Agencies for Health Technology Assessment – INAHTA)*

I.1.2. Stratégie et résultats de la recherche

La stratégie de recherche est construite en utilisant, pour chaque sujet, soit des termes issus d'un thésaurus (descripteurs du MESH), soit des termes du titre ou du résumé (mots libres). Ils sont combinés en autant d'étapes que nécessaire à l'aide des opérateurs « ET » « OU » « SAUF ». Ils sont également combinés avec les termes descripteurs de type d'étude.

Le *tableau 2* présente la stratégie et les résultats de la recherche, en termes de nombre de références obtenues par type d'étude et par sujet sur une période donnée.

Tableau 2. Stratégie et résultats de la recherche documentaire.

	Type d'étude/Sujet	Période de recherche	Nombre de références
Termes utilisés			
Baropodométrie : revues de littératures – méta-analyses		1995-02/2007	1
Étape 1	Baropodomet* [Titre/abstract] OU Instrumented shoes [Titre/abstract] OU Plantar pressure* [titre] OU Foot pressure* [titre] OU (Tekscan [Titre/abstract] OU F-SCAN [Titre/abstract] OU FSCAN [Titre/abstract] OU EMED [Titre/abstract]) AND Pressure* [Titre/abstract]		
ET			
Étape 2	Review Literature [MeSH] OU Review [Type de Publication] OU Meta-Analysis [MeSH] OU Meta-Analysis [Type de Publication] OU Meta analysis [titre] OU Meta-analysis [titre]		
Baropodométrie : études de performance du test		1995-02/2007	25
Étape 1			
ET			
Étape 3	Sensitivity and Specificity [MeSH] OU Predictive Value of Tests [MeSH] OU False Negative Reactions [MeSH] OU False Positive Reactions [MeSH] OU Diagnostic Errors [MeSH] OU Observer Variation [MeSH] OU Reproducibility of Results [MeSH] OU Reference Standards [MeSH] OU Quality control [Mesh] OU Validation Studies [Type de Publication] OU Valid* [Title] OU Reliability [Titre] OU Reproducibility [Titre] OU Sensitiv* [Titre] OU Specific* [Titre]		
Baropodométrie : études contrôlées		1995-02/2007	7
Étape 1			
ET			
Étape 4	Controlled Clinical Trial [Type de Publication] OU Controlled Clinical Trials [MeSH] OU Randomized Controlled Trials [MeSH] OU Randomized Controlled Trial [Type de Publication] OU Ramdom* [Title] OU Single-Blind Method [MeSH] OU Double-Blind Method [MeSH] OU Random Allocation [MeSH] OU Cross-Over Studies [MeSH]		

Tableau 2. (suite) Stratégie et résultats de la recherche documentaire.

Termes utilisés	Type d'étude/Sujet	Période de recherche	Nombre de références
Baropodométrie : études cliniques		1995-02/2007	18
Étape 1 ET			
Étape 5	Clinical Trial [Type de Publication] OU Clinical Trials [MeSH] OU Case-Control Studies [MeSH] OU Retrospective Studies [MeSH] OU Comparative Study [MeSH] OU Versus [titre] OU Compar* [titre]		
Baropodométrie : cohortes et études de cas		1995-02/2007	15
Étape 1 ET			
Étape 6	Cohort Studies [MeSH] OU Longitudinal Studies [MeSH] OU Prospective Studies [MeSH] OU Follow-Up Studies [MeSH] OU Case Reports [Type de Publication] OU Cross-Sectional Studies [MeSH]		
Baropodométrie : autres études		1995-02/2007	58
toutes les publications ne répondant pas aux critères précédents			
Indications : études épidémiologiques		1990-03/2007	152
Diabetic foot/Epidemiology [MeSH] OU Foot deformities/Epidemiology [MeSH] ET (Incidence [MeSH] OU Prevalence [MeSH]) OU Spastic foot [Titre/abstract] OU Foot spasticity [Titre/abstract]			

I.1.3. Critères de sélection des articles

Les articles correspondant aux critères suivants ont été sélectionnés, et analysés :

- 6 études évaluant les performances techniques des appareils : 4 études de reproductibilité, 2 études comparatives (différents systèmes d'analyse) ;
- 8 études évaluant les bénéfices attendus, en termes de performance et d'efficacité des traitements.

I.2. Efficacité de l'acte

La reproductibilité et la fiabilité de systèmes d'analyse baropodométrie de la marche, plates-formes de force et semelles embarquées ont été étudiées, et comparées.

I.2.1. Études concernant la performance technique (*tableau 3*)

I.2.1.1. Études de reproductibilité et fiabilité

- La reproductibilité des mesures a été étudiée sur des plates-formes de force dans des conditions de test différentes.

Une étude (12) a comparé la reproductibilité de la pression plantaire par 2 méthodes différentes : « mid-gait » et « two-step ». Les mesures obtenues avec la méthode « two-step » étaient plus reproductibles (CCI : 0,41 à 0,99) que celles obtenues avec la méthode « mid-gait » (CCI : 0,18-0,99), quelque soit le paramètre analysé. Aucune différence significative n'existait entre les mesures obtenues par les 2 méthodes, pour la plupart des zones du pied étudié. Les auteurs concluaient que la méthode « two-step », reproductible et plus simple, était une alternative fiable à la méthode traditionnelle « mid-gait ».

La comparaison des résultats obtenus par 2 méthodes « one-step » et « three-step » (13) mettait en évidence que les données étaient similaires pour le pic de pression, mais étaient différentes pour les paramètres intégrale-temps de pression et temps de contact. La reproductibilité maximale (0,59) était celle obtenue pour le pic de pression avec la méthode « one-step », et celle obtenue pour le temps de contact (0,39) avec la méthode « three-step ».

La reproductibilité des mesures obtenues avec des semelles embarquées à multiples capteurs a été évaluée :

- avec le système F-Scan à semelles embarquées, les mesures les plus reproductibles chez des patients diabétiques étaient les pics de pression au niveau des têtes métatarsiennes et du talon droit (14) ;

- avec le système pedar, des vitesses de marche différentes n'affectaient pas la reproductibilité des paramètres pic de force, intégrale-temps de force, pic de pression et intégrale-temps de pression qui restait bonne (CCI > 0,90) avec un nombre de pas n'excédant pas 8 pas ; par contre, la vitesse de marche modifiait les variables de charge au niveau des différentes zones anatomiques du pied ; ces résultats soulignaient donc qu'il était nécessaire de contrôler la vitesse de marche pour évaluer les paramètres de charge lorsque on utilisait des semelles embarquées (15).

1.2.1.2. Études comparatives

Une étude (16) a comparé les mesures de la pression plantaire obtenues par baropodométrie *versus* pédobarographie. Pour les 2 systèmes, la reproductibilité des mesures était bonne (> 0,898). Malgré quelques différences observées, il existait une bonne corrélation entre les 2 systèmes pour les variables étudiées, excepté pour le pic de pression au niveau de l'avant-pied.

La validité du système Parotec (chaussures à semelles embarquées) a été mise en évidence en comparant les déplacements du centre de pression obtenus avec ce système *versus* plate-forme de force (17). Le degré de corrélation entre les 2 systèmes était plus élevé pour le déplacement antéropostérieur (> 0,90) que le déplacement médiolatéral (> 0,70).

1.2.2. Bénéfices attendus de la technique en termes thérapeutique (*tableau 4*)

La connaissance de la distribution des pressions plantaires va orienter la décision thérapeutique et/ou le choix d'appareillages, de chaussures ou orthèses.

- Différents types d'orthèses ont été évalués en termes de réduction de la pression et de la douleur plantaire, chez des patients souffrant de métatarsalgies liées à la polyarthrite rhumatoïde (PR) (18). Les résultats mettaient en évidence que la meilleure efficacité pour la réduction de la douleur était obtenue avec l'orthèse sur mesure, avec dôme métatarsien. L'étude montrait également que la pression moyenne et la douleur étaient étroitement corrélées au niveau de la seconde tête métatarsienne. Une autre étude (19) montrait que le port d'orthèses chez des patients souffrant de RA permettait une réduction des pressions, mais également une redistribution de ces pressions et des forces de charge durant la marche.

- Des pressions anormales du pied associées à des déficits sensoriels peuvent être responsables d'ulcération chez le diabétique. Une étude a tenté de déterminer le pic de pression plantaire susceptible de détecter le risque de survenue d'un ulcère (20). Les résultats soulignaient qu'il était difficile de trouver un seuil de détection précis pour diagnostiquer les patients avec un risque d'ulcère ; toutefois, la conclusion était que plus le pic de pression était élevé, plus le risque de développer un ulcère augmentait.

Dans une autre étude prospective chez des patients diabétiques avec différents degrés d'atteinte neuropathique (21), les pressions élevées étaient comparées au niveau de 2

régions différentes du pied, avant-pied (Av) et arrière-pied (Ar). Le ratio (Av/Ar) était augmenté uniquement dans les cas de neuropathie diabétique sévère, ce qui indiquait que, le déséquilibre dans la répartition des pressions et le risque d'ulcère associé augmentait avec la gravité de la neuropathie.

La réduction des pressions plantaires est donc nécessaire pour réduire ce risque d'ulcère. Différents moyens thérapeutiques, bottes de plâtres, chaussures thérapeutiques et plâtres amovibles de marche ont été comparés en termes de réduction des pics de pression plantaire au niveau de sites ulcérés de pieds diabétiques (22). Les chaussures thérapeutiques étaient les moins efficaces, tandis que les plâtres type DH Pressure Relief Walkers® ou la botte de plâtre diminuaient les pressions plantaires d'une manière significative et comparable.

- L'analyse baropodométrie permet d'analyser la dynamique du pied avant et après chirurgie. Ainsi, des études ont évalué les résultats de la chirurgie de pieds plats valgus chez l'adulte (23) ou encore de pied bot varus équin congénital chez de jeunes enfants (24) ; cette évaluation a permis d'orienter la rééducation et la prise en charge podologique des patients.

De même, l'analyse de la marche chez le patient hémiparétique met en évidence des modifications de la trajectoire du centre de pression, en grande partie secondaires à l'équin du pied ; l'évaluation de ces modifications contribue à mieux poser les indications thérapeutiques et l'évaluation ultérieure des résultats obtenus (11).

Tableau 3. Études de reproductibilité.

Auteur/Année	Patients : N -H/F Âge moyen Pathologie	Méthode	Résultats (CCI)
Bryant <i>et al.</i> , 1999 (12)	10 sujets sains 3/7 32,5 ans	Plate-forme EMED SF-4 ® Méthode « mid-gait » <i>versus</i> « two-step » Mesures : zone de contact, temps de contact, force maxi et pic de pression Régions testées : talon, têtes métatarsiennes et gros orteil	Reproductibilité, quelque soit le paramètre, supérieure pour « two-step » (0,41-0,99) <i>versus</i> « mid-gait » (0,18-0,99) Reproductibilité de la zone de contact bonne ($\geq 0,6$) à excellente ($\geq 0,75$) excepté 5 ^{ème} tête métatarsienne avec « two-step » Reproductibilité temps de contact moins bonne : < 6 pour les 2 méthodes Pas de différence significative entre les résultats obtenus avec les 2 méthodes sauf pour le temps de contact du pied droit
Peters <i>et al.</i> , 2002 (13)	10 sujets sains 5/5 27,3 \pm 3,2 ans	Plate-forme EMED SF (2 capteurs/cm ²) Méthode « one-step » <i>versus</i> « three-step » Mesures : temps de contact, intégrale temps de pression et pic de pression Régions testées : talon, partie antérieure et médiane du pied	Reproductibilité supérieure : avec « one-step », pour pic de pression (0,59 <i>versus</i> 0,36 avec « three-step »,) et avec « three-step », pour temps de contact (0,39). Pour intégrale du temps de pression, reproductibilité supérieure pour « one-step » (0,40) <i>versus</i> « three-step » (0,31) Pas de différence significative entre les résultats pour le pic de pression avec les 2 méthodes mais différence significative pour intégrale-temps de pression au niveau talon et région antérieure (respectivement, $p = 0,036$ et $p = 0,010$) et temps de contact ($p < 0,001$)
Ahroni <i>et al.</i> , 1998 (14)	51 H diabétiques 62,6 \pm 11,4 ans	Semelles embarquées (système F-Scan)† Mesures pression haute (la plus haute des pressions moyennes) au niveau pied entier, talon, têtes métatarsiennes et gros orteil Mesures pics de pression au niveau talon, têtes métatarsiennes et gros orteil 2 tests à 21 jours d'intervalle	Pression haute CV : 0,116 pour têtes métatarsiennes droites à 0,182 pour gros orteil droit CCI : 0,493 pour talon gauche à 0,736 pour gros orteil droit Pic de pression CV : 0,150 pour têtes métatarsiennes gauches à 0,240 pour gros orteil droit CCI : 0,493 pour talon gauche à 0,832 pour gros orteil droit Meilleure reproductibilité pour pic de pression tête métatarsienne : CCI : 0,755 et 0,751 et CV : 0,150 et 0,155 Pour talon, pied entier, gros orteil : CCI : 0,493 à 0,832 et CV : 0,148 à 0,240

Tableau 3. (suite) Études de reproductibilité.

Auteur/Année	Patients : N -H/F Age moyen Pathologie	Méthode	Résultats (CCI)
Kernozek <i>et al.</i> , 1996 (15)	25 sujets sains 16/9 22,9 ± 4,9 ans	Système Pedar † Tapis roulant : 3 vitesses de marche : 0,89, 1,12 et 1,34m/s Mesures : paramètres temps, force et pression 7 zones définies : talon, médio-pied, avant pied latéral, central, médian, orteils, gros orteils. 2 séquences de marche de 20 secondes à chacune des trois vitesses	La vitesse de marche affecte variables de charge et de temps de l'ensemble du pied et des différentes zones. Pas de différence de reproductibilité entre les vitesses de marche Reproductibilité augmente avec l'augmentation du nombre de pas : Pic de force : CCI : 0,98 avec 2 pas pour l'ensemble du pied Intégral temps de force, pic de pression, intégral temps de pression : CCI > 0,90 avec 8 pas maximum pour l'ensemble du pied et les 7 zones anatomiques Reproductibilité paramètres de temps moins bonne
Quaney <i>et al.</i> , 1995 (16)	21 sujets sains 15/7 31,6 ± 8,9 ans	Système EMED SF versus système « dynamic pedobarography » Mesures pic de pression et valeur force du pic au niveau talon, avant-pied, gros orteil, ensemble du pied Marche nu-pieds méthode « two-step »	Reproductibilité : CCI > 0,898 pour toutes les variables et quelque soit le système. Pic de pression supérieur au talon ($p < 0,05$) avec Pedobarography ($p < 0,05$) et supérieur au niveau avant-pied central ($p < 0,05$) avec EMED. Pic de force vertical supérieur au talon et au niveau avant-pied central ($p < 0,05$) avec Pedobarography mais supérieur ($p < 0,05$) sous le gros orteil et l'ensemble du pied avec EMED. Bonne corrélation entre les 2 systèmes : $r > 0,755$, excepté pour le pic vertical de force au niveau du gros orteil ($r = 0,584$).
Chesnin <i>et al.</i> , 2000 (17)	35 sujets sains 17/18 26 ± 6 ans	Système Parotec versus plate-forme de force AMTI Enregistrement mesures centre de pression calcul déplacement CDP en AP et ML et calcul force totale (Parotec) et force de réaction au sol (AMTI) Analyse de 67 essais Coefficient de corrélation de Pearson	Déplacement CDP en direction ML : $r > 0,70$ pour 52/67 essais (78 %) et $r > 0,90$ pour 67/67 (100 %) essais en direction AP. Erreur moyenne RMS : pour déplacement CDP ML : $0,56 \pm 0,3$ cm et AP : $1,3 \pm 0,59$ cm Comparaison forces calculées : $r > 0,90$ pour 20/20 (100 %) Parotec valide pour mesure CDP

CCI : Coefficient de corrélation intraclasse ; CV : Coefficient de variation ; r : Coefficient de corrélation de Pearson ; EMED SF-4 : 2 736 capteurs capacitifs calibrés, densité de 4/cm² ; « mid-gait » : Minimum 5 pas avant plate-forme, données de plusieurs essais collectés, analyse de 3 essais après élimination des empreintes aberrantes ; « two-step » : Pied non testé démarre avant plate-forme ainsi second pas sur plate-forme avec pied testé ; † : 0,18 mm d'épaisseur, 960 points de contact ; ‡ : semelles EMED : 99 capteurs ; AMPI : *Advanced Medical Technology Inc* modèle OR/6-5-1000 ; Parotec : Système semelles embarquées ; CDP : Centre de pression ; AP : Antéropostérieur ; ML : mésiolatéral ; RMS : *root mean square*.

Tableau 4. Études d'évaluation.

Auteur/Année	Objectif	Patients : N – H/F Âge moyen Pathologie	Méthode	Résultats
Hodge <i>et al.</i> , 1999 (18)	Évaluer l'efficacité d'orthèses dans la prise en charge de la douleur et pression plantaire du pied dans la polyarthrite rhumatoïde (PR)	N : 12 65 ans 5/15 PR avec métatarsalgies	4 types d'orthèses : préfabriquées ‡, sur mesure standard, sur mesure avec barre métatarsienne, sur mesure avec dôme métatarsien <i>versus</i> chaussure contrôle. EMED Pedar system † Mesure pression plantaire au niveau des 5 têtes métatarsiennes (MTH1 à MTH5) Mesure douleur : EVA 5 essais sur tapis 5 m de long à cadence confortable de marche	Réduction de la pression au niveau MTH1 et MTH2 avec toutes les orthèses ; réduction de la pression au niveau MTH3-5 avec toutes les orthèses sauf l'orthèse sur mesure standard Réduction de la douleur supérieure avec orthèse avec dôme métatarsien Corrélation significative ($r = 0,562$) entre niveau de douleur et pression moyenne au niveau 2 de tête métatarsienne
Li <i>et al.</i> , 2000 (19)	Évaluer les effets biomécaniques (pression du pied et forces de charge) d'orthèses dans la polyarthrite rhumatoïde	N : 12 F 48,5 ans PR avec douleur plantaire à la marche 8F contrôles 47,1 ans	Orthèses en caoutchouc mousse de polyéthylène Mesure pression avec système F-scan calibré 3 essais avec 3 foulées consécutives	Réduction significative des pressions ($p < 0,001$) avec le port d'orthèses chez RA Redistribution des pressions hautes et des forces de charge supérieure durant la phase d'appui ($p < 0,0001$)
Robain <i>et al.</i> , 2006 (11)	Évaluation de la marche du patient hémiparétique (trajet du centre de pression)	N : 20 13/7 50 ans Hémiparésie avec autonomie de marche	Système F Scan Chaussures et vitesse habituelles, 5 à 6 cycles de marche (8 m) Enregistrement longueur trajectoire AP de CDP et amplitude maxi déviation L de CDP	Réduction significative déplacement PA du COP ($p = 0,002$) avec déplacement vers l'avant de son point le plus P ($p = 0,005$) Réduction déviation latérale ($p = 0,04$) Modification constante du COP
Armstrong <i>et al.</i> , 1998 (20)	Évaluer le seuil critique de pression plantaire susceptible de détecter un risque d'ulcération du pied diabétique	76 patients diabétiques avec ulcères 149 contrôles sans ulcère	Plate-forme EMED Mesures pression plantaire 3 enregistrements avec méthode « mid-gait »	Pic de pression significativement plus élevé ($p < 0,001$) pour les patients avec ulcère Le seuil de détection optimal pour le risque d'ulcération était : 70N/cm^2 ; toutefois sensibilité et spécificité insuffisantes pour valeur diagnostic.

Tableau 4. (suite) Études d'évaluation.

Auteur/Année	Objectif	Patients : N – H/F Age moyen Pathologie	Méthode	Résultats
Caselli <i>et al.</i> , 2002 (21)	Evaluer la corrélation entre le ratio pic de pression avant-pied/arrière-pied et le risque d'ulcération dans la neuropathie diabétique	4 groupes patients diabétiques 20 sans neuropathie 50,2 ans 66 neuropathie légère ; 56,6 ans 95 neuropathie modérée ; 60,1 ans 57 neuropathie sévère ; 59,7 ans	Tapis de marche F-scan mat system§ Marche pied-nu méthode « mid-gait » Mesures pic de pression avant-pied (Av) et arrière-pied (Ar) et calcul ratio Av/Ar	Pics de pression significativement plus élevés au niveau du groupe sévère et modéré comparé au groupe léger et non neuropathique ($p < 0,0001$) Ratio Av/Ar significativement plus élevé pour le groupe sévère ($p < 0,0001$) Pression avant-pied uniquement (odds ratio 1,19 [95 %CI 1,11-1,28], $p < 0,0001$) et ratio Av/Ar (1,37 [95 %CI 1,16-1,61], $p < 0,0001$) corrélés avec risque d'ulcération du pied
Lavery <i>et al.</i> , 1996 (22)	Evaluer et comparer l'efficacité, de différentes thérapeutiques pour réduire les pics de pression plantaire au niveau des sites ulcérés de pieds diabétiques	25 patients diabétiques avec neuropathie 23/2 58 ans	EMED Pedar system† : 5 essais (chacun 8 pas méthode « midgait ») de marche pour chaque traitement soit : - botte en plâtre - 4 types de plâtre de marche amovibles †† : DH walker, AIRcast, 3D dura-stepper, CAM - chaussures thérapeutiques PW †† Mesures pic de pression au niveau 1 ^{er} et 2 ^{ème} à 5 ^{ème} métatarses et gros orteil	Réduction des pressions plantaires au niveau des ulcères 1 ^{er} et 2 ^{ème} à 5 ^{ème} métatarses et gros orteil significativement plus élevée ($p < 0,05$) avec DH walker Pas de différence significative ($p > 0,05$) des pics de pression entre botte de plâtre et DH walker et ce quelque soit le site ulcéré La chaussure thérapeutique était la moins efficace.
Toullec et Barouk, 2004 (23)	Evaluer les résultats de la chirurgie (allongement du calcaneus selon Evans) du pied plat valgus de l'adulte	N : 26 10/16 30 pieds plat valgus 50 ans	Plate-forme EMED : 3 enregistrements avec méthode « two-step » Analyse empreinte avec mesures de pression	Disparition de l'appui médial du médiopied confirmant la reconstruction de l'arche médiale du pied Correction de l'abduction et réduction significative de l'hyperappui sous la tête du premier métatarsien Dans 20 % des cas, défaut d'appui des orteils à 6 mois nécessitant rééducation et prise en charge podologique
Zatti <i>et al.</i> , 2001 (24)	Evaluer les résultats de la chirurgie du pied bot varus équin congénital	7 patients (9 pieds bot varus équin dont 2 bilatéraux) 2/5 10,5 mois	2 mois après la chirurgie, examens clinique, radio et baropodométrie informatisé sur plate-forme	Pour pieds bot unilatéraux : déplacement du centre de gravité vers le pied normal controlatéral en rétroposition soit pic de pression maxi avec surcharge au niveau arrière pied normal. Surcharge relative au niveau arrière pied opéré. Pour pieds bot bilatéraux : surcharge au niveau arrière pied

† : Semelles avec 112 capteurs ; EVA : Échelle visuelle analogique ; ‡ : AOL : *soft density orthoses* ; § : Tapis de marche avec 960 capteurs cellulaires (chacun de 5 mm²), †† : DH *Pressure relief Walker, Aircast Pneumatic Walker, Three D Dura-Stepper et CAM Walker* ; ††† : P.W. *Minor Xtra Depth shoe and insole*.

I.2.3. Conclusion

La reproductibilité des mesures sur plate-forme de marche est meilleure avec la méthode « two-step » qui est donc une alternative fiable à la méthode traditionnelle « mid-gait ».

La reproductibilité avec la méthode « one-step » et « three-step » est similaire pour le pic de pression, mais est différente pour les paramètres intégrale-temps de pression et temps de contact.

Avec des chaussures à semelles embarquées, les mesures sont reproductibles, mais il est nécessaire de contrôler la vitesse de marche pour évaluer les paramètres de charge.

La comparaison de différents systèmes, baropodométrie *versus* pédobarographie met en évidence une bonne corrélation entre les 2 systèmes, excepté pour le pic de pression au niveau de l'avant-pied ; pour le système chaussures à semelles embarquées *versus* plate-forme de force, les mesures des déplacements du centre de pression montrent un degré de corrélation plus élevé pour le déplacement antéropostérieur que le déplacement médiolatéral.

Enfin, plusieurs études d'évaluation clinique mettent en évidence les bénéfices attendus de la technique ; en effet, la connaissance de la distribution des pressions plantaires va orienter la décision thérapeutique et/ou le choix d'appareillages, de chaussures ou orthèses dans de nombreuses pathologies (diabète, hémiplégie, PR, malformations du pied).

I.3. Sécurité, complications de l'acte

Aucune complication liée aux actes n'a été identifiée dans la littérature.

I.4. Place de l'acte dans la stratégie thérapeutique

L'analyse baropodométrie vient en complément de l'examen clinique et des autres méthodes manuelles ou instrumentales d'évaluation motrice et/ou morphostatique.

Cette analyse dynamique qui permet de connaître la variation du centre des pressions est à distinguer de la podobarométrie statique.

I.5. Conditions d'exécution

Un référentiel en médecine physique et de réadaptation (25) a décrit les moyens de réalisation de l'acte qui nécessite un dispositif d'analyse baropodométrie de la marche avec semelles baropodométriques incluses dans les chaussures (à changer pour moins de 50 explorations).

I.6. Impact en santé publique

Aucune étude en population n'a été identifiée.

II. POSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

Onze professionnels (7 MPR, 1 ORL, 1 neurologue, 1 médecine et traumatologie du sport, 1 chirurgien orthopédique pédiatrique) ont participé au groupe de travail (cf. liste en *annexe II*).

Les discussions ont porté sur les questions suivantes :

- indications :

Le groupe d'experts souligne bien que l'examen n'est pas du tout systématique. Il est réservé aux cas difficiles (neurologiques, orthopédiques, malformatifs, et métaboliques)

quand l'analyse de la répartition des pressions plantaires et des appuis est indispensable pour orienter le traitement afin d'améliorer la marche (à bien distinguer de la podologie au quotidien qui s'adresse aux troubles statiques du pied).

Pour les pathologies fréquentes, il ne constituera pas une première démarche thérapeutique ; il sera réalisé uniquement en cas d'échec thérapeutique.

Il permet aussi d'assurer le suivi du traitement en évaluant l'efficacité des traitements.

- pathologies/populations traitées :

Les étiologies sont nombreuses : neurologiques, orthopédiques, malformatives, et métaboliques avec des plaintes de douleur plantaire, des déformations de pieds traumatiques, etc.

Les pathologies concernées les plus fréquentes sont le diabète, l'AVC (les 15 % avec séquelles, soit environ 2 % des AVC) et la PR.

La population est difficile à chiffrer. De nombreux diabétiques devraient pouvoir bénéficier de l'examen afin d'éviter des amputations.

Le nombre d'actes effectué en France est difficile à évaluer, car ces actes ne sont pas pour l'instant tarifés ; d'autre part, les experts estiment qu'il y a une différence entre l'existant et le potentiel possible.

- efficacité :

Le groupe de travail est en accord avec les données de reproductibilité et d'efficacité décrites dans le dossier.

- sécurité :

Le risque de chute n'est pas nul ; l'examen doit donc être réalisé dans de bonnes conditions.

- place dans la stratégie thérapeutique :

Cette analyse dynamique permet de connaître la variation du centre des pressions et les éléments de stabilisation du pied lors de la marche ; elle est à distinguer de l'analyse statique, réalisée debout, par le podologue (podométrie, empreintes plantaires, etc.).

- formation nécessaire :

Soit 3^{ème} cycle de formation initiale médecine physique et réadaptation, également pour les rhumatologues et orthopédistes.

Soit formation complémentaire acquise avec un DIU spécifique pour d'autres spécialistes compétents en pathologies du pied.

Le groupe souligne que bien au-delà de la réalisation de l'acte, c'est son interprétation qui exige aussi des compétences.

- environnement nécessaire :

Le groupe est en accord avec l'environnement décrit dans le référentiel de moyens des cabinets libéraux de MPR. La nécessité de la démarche qualité, grâce à l'évaluation des pratiques professionnelles (EPP), est évoquée.

- estimation de la population-cible :

L'examen est nécessité par la gravité de la pathologie. Le nombre d'actes effectué en France est difficile à évaluer, car ces actes ne sont pas pour l'instant tarifés ; d'autre part, les experts estiment qu'il y a une différence entre l'existant et le potentiel possible.

Le nombre de centres en France est difficile à chiffrer ; on pourrait considérer qu'il existe 2 centres par département. Dans un précédent dossier concernant l'analyse de la marche (métrologique), le nombre d'actes était évalué à environ 500/an/centre, soit 95 000. Le groupe souligne que ce chiffre englobait l'analyse globale de la marche et

incluait les 3 types d'analyse : métrologique, baropodométrie et cinématique qui apportent chacune des données différentes selon les informations recherchées.

En conclusion, le groupe s'accorde pour rendre un avis favorable pour l'inscription de l'acte avec un SA suffisant.

III. ESTIMATION DE LA POPULATION-CIBLE

- Données de la littérature :

La multiplicité des pathologies et la diversité du degré de gravité ne permettent pas d'estimer précisément le nombre de patients concernés par les actes.

- Données des professionnels :

Dans un précédent dossier concernant l'analyse de la marche (analyse métrologique), le nombre d'actes était évalué à environ 500/an/centre, soit 95 000. Le groupe souligne que ce chiffre englobait l'analyse globale de la marche, et incluait les 3 types d'analyse : métrologique, baropodométrie et cinématique qui apportent chacune des données différentes selon les informations recherchées.

CONCLUSION

Intérêt thérapeutique :

L'analyse baropodométrie de la marche est l'unique méthode dynamique quantitative permettant l'analyse de la répartition des pressions plantaires et des appuis dans des pathologies neurologiques, orthopédiques, malformatives, et métaboliques. Réservée aux cas difficiles, cette évaluation est indispensable pour mieux orienter la décision thérapeutique et/ou le choix d'appareillages, de chaussures ou orthèses, et permettre le suivi des patients.

Intérêt en santé publique :

Aucune étude sur l'impact de l'acte en santé publique n'a été identifiée.

Les incapacités dues au handicap se traduisent par des douleurs, des limitations d'activité, une réduction de la mobilité avec désinsertion professionnelle, une perte d'autonomie et des risques de chute.

Au vu de ces données, le Service attendu (SA) est considéré suffisant.

L'Amélioration du SA (ASA) est considérée mineure (IV), car :

- intérêt de l'acte, en deuxième intention, pour quantifier le dysfonctionnement pour une aide à la décision thérapeutique, et en vue d'objectiver l'efficacité des traitements ;
- gravité des pathologies évaluées.

ANNEXES

I. METHODE GENERALE D'ÉVALUATION DES ACTES PAR LE SERVICE ÉVALUATION DES ACTES PROFESSIONNELS

Selon l'article R 162-52-1 du Code la sécurité sociale, l'avis de la Haute Autorité de santé (HAS) précise le service médical de l'acte. Ce service est évalué en fonction de :

- l'intérêt diagnostique ou thérapeutique de l'acte : basé notamment sur sa sécurité, son efficacité et sa place dans la stratégie thérapeutique ;
- l'intérêt de santé publique de l'acte : fonction notamment de son impact sur la morbi/mortalité liée à la pathologie traitée, sur la qualité de vie des patients, sur le système de soins, sur les politiques et les programmes de santé publique ; l'intérêt de santé publique est aussi fonction de la gravité de la pathologie traitée, et de la capacité de l'acte à répondre à un besoin non couvert.

La méthode proposée par la HAS pour rendre cet avis est basée sur :

- l'analyse des données identifiées dans la littérature, et portant sur les critères cités ci-dessus ;
- l'avis sur ces mêmes critères émis par des professionnels réunis dans un groupe de travail.

I.1. Analyse des données identifiées dans la littérature

Une recherche documentaire est effectuée par interrogation systématique des bases de données bibliographiques médicales et scientifiques, sur une période adaptée à chaque thème. En fonction du thème traité, des bases de données spécifiques peuvent être consultées. Une étape commune à toutes les études consiste à rechercher systématiquement les recommandations pour la pratique clinique, conférences de consensus, revues systématiques, méta-analyses et autres travaux d'évaluation déjà publiés au plan national et international. Tous les sites Internet utiles (agences gouvernementales, organisations professionnelles, etc.) sont consultés. Les documents non accessibles par les circuits conventionnels de diffusion de l'information (littérature grise) sont recherchés par tous les moyens disponibles. Par ailleurs, les textes législatifs et réglementaires pouvant avoir un rapport avec le thème sont consultés. Les recherches initiales sont mises à jour jusqu'au terme du projet. L'examen des références citées dans les articles analysés permet de sélectionner des articles non identifiés lors de l'interrogation des différentes sources d'informations. Enfin, les membres des groupes de travail peuvent transmettre des articles de leur propre fonds bibliographique. Les langues retenues sont le français et l'anglais. Le paragraphe « Recherche documentaire » présente le détail des sources consultées, ainsi que la stratégie de recherche propre à chaque acte ou groupe d'actes.

Chaque article est analysé selon les principes de la lecture critique de la littérature, afin d'apprécier sa qualité méthodologique, et de lui affecter un niveau de preuve scientifique de la classification suivante :

Niveau de preuve scientifique (niveau I à IV)	
I	Essais comparatifs randomisés de forte puissance, méta-analyse, analyse de décision.
II	Essais comparatifs randomisés de faible puissance ou non randomisés, études de cohorte.
III	Études cas-témoins.
IV	Études rétrospectives, séries de cas, études épidémiologiques descriptives. Études comparatives avec des biais.

I.2. Position de professionnels réunis dans un groupe de travail

Les organisations professionnelles sont consultées pour connaître les travaux réalisés sur les actes, et pour proposer une liste d'experts de l'acte, de ses alternatives ou de la pathologie limitée, susceptibles de participer au groupe de travail. Ce dernier est composé d'une quinzaine de professionnels de différentes spécialités, de différents modes d'exercice (CHU ou CHG, spécialistes libéraux) et de différentes localisations géographiques. Ce groupe se réunit une fois. Un rapport présentant l'analyse de la littérature est envoyé aux membres du groupe de travail, avec un questionnaire pour recueillir leur opinion avant la réunion. Lors de la réunion, les membres du groupe de travail discutent sur la base de leur expertise et de l'analyse de la littérature des différents critères permettant de mesurer le service médical de l'acte (voir ci-dessus), et aboutissent, le cas échéant, à un consensus. Le compte rendu de la réunion (discussion et avis final) est rédigé par la HAS, et envoyé aux membres du groupe de travail pour validation.

Un Chef de projet de la HAS coordonne l'ensemble du travail, et en assure l'encadrement méthodologique.

Au vu de l'analyse de la littérature et de la position des professionnels du groupe de travail, la HAS, après examen et validation du dossier par la Commission d'évaluation des actes professionnels, estime le service médical de l'acte, et émet un avis quant à l'inscription de cet acte à la liste des actes pris en charge par l'Assurance maladie.

Trois cas de figure sont possibles :

- le service médical est estimé suffisant, l'avis est favorable pour l'inscription ;
- le service médical est estimé insuffisant, l'avis est défavorable pour l'inscription ;
- le service médical n'a pas pu être estimé, l'acte est considéré en phase de recherche clinique.

En plus de l'estimation du service médical de l'acte, l'avis de la HAS précise également (article R. 162-52-1 du Code de la sécurité sociale) :

- l'indication de l'acte ;
- sa place dans la stratégie thérapeutique ou diagnostique ;
- l'amélioration du service médical de l'acte par rapport aux alternatives ;
- l'estimation du nombre de patients potentiellement bénéficiaires de l'acte ;
- l'appréciation des modalités de mise en œuvre et des exigences de qualité et de sécurité ;
- le caractère de gravité de la pathologie ;
- si nécessaire, l'objectif d'études complémentaires pour mieux apprécier le service médical de l'acte.

II. MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

Le groupe de travail s'est réuni le 05 avril 2007.

L'avis du groupe de travail présenté dans ce dossier a été validé par chacun de ses membres listés ci-dessous :

Docteur Georges DE KORVIN – CENTRE HOSPITALIER PRIVÉ SAINT-GRÉGOIRE
35 SAINT-GRÉGOIRE.

Docteur Xavier ETCHECOPAR – CABINET MÉDICAL – 33 LANGON.

Docteur Vincent GREMEAUX – CHU de DIJON – 21 DIJON.

Docteur Michel JACQUEMIER – CABINET MÉDICAL – 13 MARSEILLE.

Docteur Philippe LEBRUN-GRANDIE – CABINET MÉDICAL – 24 PÉRIGUEUX.

Docteur Laury PAIDASSI – CABINET MÉDICAL – 06 ANTIBES.

Professeur Dominic PERENNOU – CHU de DIJON – 21 DIJON

Professeur Philippe PERRIN – CHU de NANCY – BRABOIS – 54 VANDŒUVRE-
LÈS-NANCY.

Professeur Serge POIRAUDEAU – HÔPITAL COCHIN – 75 PARIS.

Professeur André THEVENON – CHU de LILLE – HÔPITAL SWYNGHEDAUX – 59
LILLE Cedex.

Professeur Philippe THOUMIE – HÔPITAL ROTHSCHILD – 75 PARIS.

III. ACTES EXAMINÉS AU COURS DE LA RÉUNION DU GROUPE DE TRAVAIL

	Test d'évaluation et de catégorisation des déficiences, incapacités et désavantages sociaux
ZFQP002	<i>Évaluation selon la classification internationale de l'OMS (CIF : Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé)</i>
CEQP005	Analyse de la posture verticale statique et/ou dynamique sur plate-forme de force (Posturographie) <i>Statokinésigraphie informatisée</i>
NKQP002	Analyse baropodométrie de la marche
NKQP001	Analyse instrumentale de la cinématique de la marche

IV. DECLARATIONS D'INTERET

Aucun des membres du groupe de travail n'a déclaré de conflit d'intérêt.

REFERENCES

Littérature analysée

1. Mormiche P. Le handicap se conjugue au pluriel. INSEE Première 2000;(742).
2. Direction de la recherche des études de l'évaluation et des statistiques. Données sur la situation sanitaire et sociale en France en 2005. Paris: Ministère de l'Emploi, de la cohésion sociale et du logement; Ministère de la Santé et des solidarités; 2005.
3. Ravaud JF, Delcey M, Abdou P. Epidémiologie des handicaps moteurs et données sociales de base. In: Delcey M, Crombecque D, Ravaud JF, Sticker HJ, Ville I, Bonnefon G, *et al.*, ed. Déficiences motrices et situations de handicaps. Paris: APF; 2002. p.
4. Wallander H, Hovelius L, Michaelsson K. Incidence of congenital clubfoot in Sweden. *Acta Orthop* 2006;77(6):847-52.
5. Krogsgaard MR, Jensen PK, Kjaer I, Husted H, Lorentzen J, Hvass-Christensen B, *et al.* Increasing incidence of club foot with higher population density: incidence and geographical variation in Denmark over a 16-year period--an epidemiological study of 936,525 births. *Acta Orthop* 2006;77(6):839-46.
6. Verdié C, Daviet JC, Borie MJ, Popielarz S, Munoz M, Salle JY, *et al.* Epidémiologie des pieds varus et/ou équin un an après un premier accident vasculaire cérébral hémisphérique: à propos d'une cohorte de 86 patients. *Ann Réadapt Méd Phys* 2004;47(2):81-6.
7. Fosse S, Jacqueminet SA, Duplan H, Hartemann-Heurtier A, Ha Van G, Grimaldi A, *et al.* Incidence et caractéristique des amputations de membres inférieurs chez les personnes diabétiques en France métropolitaine, 2003. *BEH* 2006;(10):71-3.
8. Malgrange D, Richard JL, Leymarie F, French Working Group On The Diabetic Foot. Screening diabetic patients at risk for foot ulceration. A multi-centre hospital-based study in France. *Diabetes Metab* 2003;29(3):261-8.
9. Péruchon E, Jullian JM, Rabischong P. Analyse de la marche par capteurs plantaires : état de l'art. In: Pélissier J, Brun V, ed. La marche humaine et sa pathologie : explorations et rééducation. Paris: Masson; 1994. p. 61-9.
10. Pihet D, Moretto P, Defebvre L, Thevenon A. Analyse de la marche dans la maladie de Parkinson par enregistrement baropodométrie à l'aide de semelles embarquées. *Rev Neurol* 2006;162(2):208-13.
11. Robain G, Valentini F, Renard-Daniel S, Chenneville JM, Piera JB. Un paramètre baropodométrie pour l'analyse de la marche du patient hémiplegique: le trajet du centre de pression. *Ann Réadapt Méd Phys* 2006;49(8):609-13.
12. Bryant A, Singer K, Tinley P. Comparison of the reliability of plantar pressure measurements using the two-step and midgait methods of data collection. *Foot Ankle Int* 1999;20(10):646-50.
13. Peters EJG, Urukalo A, Fleischli JG, Lavery LA. Reproducibility of gait analysis variables: one-step versus three-step method of data acquisition. *J Foot Ankle Surg* 2002;41(4):206-12.
14. Ahroni JH, Boyko EJ, Forsberg R. Reliability of F-scan in-shoe measurements of plantar pressure. *Foot Ankle Int* 1998;19(10):668-73.
15. Kernozek TW, Lamott EE, Dancisak MJ. Reliability of an in-shoe pressure measurement system during treadmill walking. *Foot Ankle Int* 1996;17(4):204-9.
16. Quaney B, Meyer K, Cornwall MW, Mcpoil TG. A comparison of the dynamic pedobarograph and EMED systems for measuring dynamic foot pressures. *Foot Ankle Int* 1995;16(9):562-6.
17. Chesnin KJ, Selby-Silverstein L, Besser MP. Comparison of an in-shoe pressure measurement device to a force plate: concurrent validity of center of pressure measurements. *Gait Posture* 2000;12(2):128-33.
18. Hodge MC, Bach TM, Carter GM. Orthotic management of plantar pressure and pain in rheumatoid arthritis. *Clin Biomech* 1999;14(8):567-75.
19. Li CY, Imaishi K, Shiba N, Tagawa Y, Maeda T, Matsuo S, *et al.* Biomechanical evaluation of foot pressure and loading force during gait in rheumatoid arthritic patients with and without foot orthosis. *Kurume Med J* 2000;47(3):211-7.

20. Armstrong DG, Peters EJ, Athanasiou KA, Lavery LA. Is there a critical level of plantar foot pressure to identify patients at risk for neuropathic foot ulceration? *J Foot Ankle Surg* 1998;37(4) : 303-7.

21. Caselli A, Pham H, Giurini JM, Armstrong DG, Veves A. The forefoot-to-rearfoot plantar pressure ratio is increased in severe diabetic neuropathy and can predict foot ulceration. *Diabetes Care* 2002;25(6):1066-71.

22. Lavery LA, Vela SA, Lavery DC, Quebedeaux TL. Reducing dynamic foot pressures in high-risk diabetic subjects with foot ulcerations. A comparison of treatments. *Diabetes Care*

1996;19(8):818-21.

23. Toullec E, Barouk LS. Intérêt de la baropodométrie dynamique dans l'analyse de la chirurgie du pied plat valgus de l'adulte. *Méd Chir Pied* 2004;20(1):17-22.

24. Zatti G, Ferrari A, Surace MF. Peritalar release in the treatment of congenital talipes equinovarus clubfoot. *Chir Organi Mov* 2001;86(4):269-79.

25. Syndicat français de médecine physique et de réadaptation. Référentiel de moyens des cabinets libéraux de médecine physique et de réadaptation. Paris: SYFMER; 2003.

Nomenclatures françaises et étrangères

American Medical Association. Code Manager 2006 [CD ROM]. Chicago (IL): AMA; 2006.

Australian government. Department of Health and Ageing. Medicare Benefits Schedule. 1 may 2006. <http://www9.health.gov.au/mbs/> [consulté le 19-09-2006]

Caisse Nationale de l'Assurance Maladie. Classification Commune des Actes Médicaux. Version 6. Mise à jour 18/09/2006. http://www.codage.ext.cnamts.fr/codif/ccam/index_presentation.php?p_site=AMELI [consulté le 19/09/2006].

Caisse Nationale de l'Assurance Maladie. Table Nationale de Codage de Biologie. Mise à jour du 13/06/2006. <http://www.codage.ext.cnamts.fr/codif/>

nabm/indexpresentation.php?p_site=AMELI [consulté le 19/09/2006].

Institut National d'Assurance Maladie-Invalidité. Nomenclature des prestations de santé. Mise à jour du 05/09/2006. <http://inami.fgov.be/care/fr/nomenclature/index.htm> [consulté le 19/09/2006].

Régie de l'assurance maladie du Québec. Manuel des médecins omnipraticiens. Mise à jour 54. Juin 2006. <http://www.ramq.gouv.qc.ca/fr/professionnels/medomni/manuel/man100.shtml> [consulté le 19/09/2006].

Régie de l'assurance maladie du Québec. Manuel des médecins spécialistes. Mise à jour 66. Juillet 2006. http://www.ramq.gouv.qc.ca/fr/professionnels/medspe/manuel/manu_tdm.shtml [consulté le 19/09/2006].

AVIS DE LA HAUTE AUTORITE DE SANTE

Libellé transmis pour évaluation : Analyse baropodométrie de la marche

Classement CCAM : 15.01.05 *Code :* NKQP002

Date de l'avis : 13/06/2007

Le **Service attendu** est considéré **suffisant**. Par conséquent, l'**avis de la HAS**, sur l'inscription de l'acte à la liste prévue des actes à l'article L. 162-1-7 du Code de la sécurité sociale, est **favorable** avec les précisions suivantes :

1. Indication principale :

Analyse d'une déficience ou d'un trouble de fonctionnement du pied (orientation du pas ; répartition des appuis, coordination) dans 2 cadres : 1- aide à la décision thérapeutique ; 2- évaluation de l'efficacité des traitements et/ou programmes de rééducation.

2. Gravité de la pathologie :

Les incapacités dues au handicap se traduisent par des limitations d'activité, une réduction de la mobilité avec désinsertion professionnelle, une perte d'autonomie et des risques de chute.

3. Caractère préventif, curatif ou symptomatique de la technique :

Il s'agit d'un acte qui évalue et quantifie les déficiences.

4. Place dans la stratégie thérapeutique :

L'analyse baropodométrie est réalisée en seconde intention, en complément de l'examen clinique.

5. Amélioration du service attendu :

ASA mineure (IV).

6. Population-cible :

Non déterminée.

7. Modalités de mise en œuvre :

Sans objet.

8. Exigences de qualité et de sécurité

Formation nécessaire : soit formation initiale (3^{ème} cycle médecine physique et réadaptation), soit formation complémentaire et spécifique en analyse du mouvement.

9. Objectifs des études complémentaires et recueils correspondants d'informations :

Sans objet.

10. Réalisation de l'acte soumise à l'accord préalable du service médical en application des dispositions prévues par l'art. L. 315-2. :

La HAS ne se prononce pas sur ce point pour cet acte.

11. Remarque : Sans objet.