

Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie de Toulouse

**LES MOUVEMENTS GENERAUX :
HISTOIRE D'UN NOUVEL OUTIL
DIAGNOSTIQUE EN PEDIATRIE**

Mémoire de fin d'études en vue de la validation de l'UE 28

Paul MARTINEL

Promotion 2017/2021

Directeur de mémoire : Bruno COLOMBIE

Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie de Toulouse

**LES MOUVEMENTS GENERAUX :
HISTOIRE D'UN NOUVEL OUTIL
DIAGNOSTIQUE EN PEDIATRIE**

Mémoire de fin d'études en vue de la validation de l'UE 28

Paul MARTINEL

Promotion 2017/2021

Directeur de mémoire : Bruno COLOMBIE

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de mémoire, Monsieur Bruno Colombié, pour son accompagnement, sa disponibilité ainsi que ses précieux conseils qui m'ont permis d'aboutir à ce mémoire. J'aimerais également souligner qu'il fait partie des kinésithérapeutes pour lesquels j'ai une grande admiration et qui m'ont transmis la passion de ce métier.

J'adresse mes remerciements à Madame Marie Gaubert Noirot, kinésithérapeute pédiatrique, ainsi qu'au Professeur Jacques Sizun, chef du service de néonatalogie du CHU de Toulouse, pour avoir accepté de participer à mon jury de soutenance et du temps alloué à mon travail.

Je souhaite remercier Messieurs Roger Vasseur, Luc Dardonville et Benoit Chevalier pour avoir partagé avec moi leur savoir et leur expérience.

Je ne peux oublier les formateurs de l'IFMK de Toulouse qui m'ont accompagné durant mes 4 années d'études au sein de l'école, qui ont fait de moi le kinésithérapeute que je serai et qui ont su révéler mes talents d'acteur.

Je remercie mes copains d'enfance ainsi que mes amis de promotion pour tous les instants que nous avons partagés et sans qui je n'aurais pu réviser, apprendre, rire, m'améliorer, murir, profiter de la vie et tant d'autres choses.

Enfin, je remercie mes parents sans qui rien de tout ça n'aurait été possible. Ils ont su me soutenir dans les moments de doute où tout me paraissait insurmontable. Ils ont passé des heures à me convaincre de mes capacités après avoir entendu ma fameuse phrase défaitiste : « je n'y arriverai jamais, c'est impossible ». Je remercie mes grands-parents maternels et mon frère qui ont su, eux aussi, me soutenir durant toutes mes études.

Sommaire

Index des abréviations	
Introduction	1
Partie 1 : Cadre théorique, niveau de preuve et état des lieux.....	3
1.1 Paralysie cérébrale	3
1.1.1 Définition	3
1.1.2 Epidémiologie	3
1.1.3 Causes et facteurs de risques.....	4
1.1.4 Différentes formes cliniques	4
1.2 Mouvements généraux.....	5
1.2.1 Neurophysiologie de la mise en place de la motricité.....	5
1.2.2 Définition	6
1.2.3 Description et méthode d'évaluation.....	7
1.2.4 Mouvements généraux anormaux	8
1.3 Prédications de la GMA quant au devenir neurodéveloppemental	10
1.4 Etat des lieux de la pratique.....	11
1.5 Niveau de preuve	13
Méthode et problématique.....	16
Partie 2 : Historique.....	17
2.1 Contexte et outils présents avant la GMA : examen neurologique du nouveau-né et mouvements fœtaux	17
2.2 Fondements des mouvements généraux	19
2.3 Evolution de la GMA.....	21
2.4 Freins de mise en place.....	27
2.4.1 Formations et informations des professionnels.....	27
2.4.2 Biais dans les premières études.....	28
2.4.3 Un retard français dans la prise en charge de la paralysie cérébrale ?	29
Discussion.....	31
Conclusion.....	35
Bibliographie	36
Annexes.....	47

Index des abréviations

AIMS	Alberta Infant Motor Scale
APIB	Assessment of Preterm Infants' Behaviour
BSITD-III	Bayley Scales of Infant and Toddler Development – Version III
CAMSP	Centres d'Action Médico-Sociale Précoce
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CIMA	Computer-based Infant Movement Assessment
GMA	General Movement Assessment (évaluation des mouvements généraux en français)
GMOS	General Movement Optimality Score
GMs	General Movements (mouvements généraux en français)
GMT	General Movement Toolbox
HAS	Haute Autorité de Santé
HINE	Hammersmith Infant Neurological Examination
IRM	Imagerie par Résonance Magnétique
MAI	Movement Assessment of Infants
NAPI	Neurobehavioural Assessment of the Preterm Infant
NBAS	Neonatal Behavioural Assessment Scale (ou échelle de Brazelton)
NMBA	Neuromotor Behavioural Assessment
NNNS	Neonatal Intensive Care Unit Network Neurobehavioural Scale
NOMAS	Neonatal Oral Motor Assessment Scale
NSDMA	Neuro Sensory Motor Development Assessment
PC	Paralysie Cérébrale
PDMS-2	Peabody Developmental Motor Scale – Version 2
PFMAI	Posture and Fine Motor Assessment of Infants
PMI	Protection Maternelle et Infantile
TDAH	Trouble Déficitaire de l'Attention avec Hyperactivité
TIME	Toddler and Infant Motor Examination
TIMP	Test of Infant Motor Performance
URPS	Union Régionale des Professionnels de Santé

Introduction

Depuis le début des années 60, les progrès en médecine néonatale ont été fulgurants. La mortalité après-guerre des prématurés était de 85% car nous n'avions pas de moyens pour pallier aux complications respiratoires de ces derniers. En France, Gilbert Huault est le premier à avoir adapté la ventilation assistée au nouveau-né en 1964 et ainsi permettre la mise en place d'une réanimation néonatale (Salle et Vert, 2013). Selon une étude épidémiologique française de 2015 (Ancel et al.), le taux de survie a nettement augmenté pour atteindre 99% chez les prématurés modérés (nés entre 32 et 34 semaines), 94% chez les grands prématurés (nés entre 27 et 31 semaines) et entre 31 et 75% pour les extrêmes prématurés (nés entre 24 et 26 semaines).

La mortalité recule au prix de l'augmentation voire de l'apparition de complications respiratoires, ophtalmiques, digestives, métaboliques ou encore neurologiques. En effet, les enfants naissent à un stade d'immaturation d'autant plus élevé qu'ils sont prématurés et développent des pathologies pour lesquelles des traitements n'étaient que peu ou pas présents. Même si la prise en charge de ces complications a fait l'objet de recherches et d'évolutions depuis les années 80, certaines peuvent laisser des séquelles. Les séquelles motrices, et plus précisément la paralysie cérébrale (PC), restent encore bien plus fréquentes chez les nouveau-nés prématurés. La prévalence est de 6% pour les enfants nés avant 32 semaines aménorrhées alors qu'elle est de 1‰ pour ceux nés à terme (Cans, 2005).

Aujourd'hui, le diagnostic de la PC dépend essentiellement d'une Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) et se fait entre 12 et 24 mois dans la majorité des cas. Il est capital de pouvoir diagnostiquer le plus tôt possible la PC afin de mettre en place des interventions thérapeutiques. Plus la prise en charge sera effectuée précocement, plus l'impact sur le développement cognitif et moteur pourra être diminué. Par ailleurs, la plasticité cérébrale est plus importante dans les premiers mois de vie ce qui facilite l'adaptation du cerveau pour faire face à ces lésions.

Au cours de mes stages en rééducation pédiatrique, j'ai pu me rendre compte que le diagnostic n'était pas toujours évident et parfois tardif. J'ai l'exemple d'une enfant atteinte de diplopie spastique : sa mère racontait que le premier signe qu'elle avait remarqué était la démarche de sa fille sur la pointe des pieds au moment de l'acquisition de la marche. Elle

ne s'était alors pas inquiétée pensant que c'était dû à l'apprentissage de la marche et que cela allait se normaliser dans le temps, tout comme son médecin traitant. Ce n'est que vers l'âge de 3 ans que le diagnostic a été posé. La PC se définit comme une lésion cérébrale fixe apparaissant durant les 2 premières années de vie. J'ai alors recherché l'existence ou non d'un outil permettant la découverte précoce et donc la rééducation, elle aussi précoce, de la PC.

L'évaluation des mouvements généraux ou *General Movement Assessment (GMA)* a justement pour but de donner un diagnostic de PC chez les nourrissons prématurés avant le 5^{ème} mois (âge corrigé). Néanmoins, cette méthode d'évaluation n'est pas utilisée en France, malgré un niveau de preuve scientifique élevé des études sur le sujet depuis une dizaine d'années.

Ce mémoire a donc pour objectif de comprendre pourquoi la GMA n'est que très peu pratiquée dans l'hexagone à travers l'histoire de cette pratique. Tout d'abord, nous ferons le point sur ce que sont les mouvements généraux et nous nous intéresserons au niveau de preuve de la GMA. Nous retracerons ensuite l'historique, de la genèse à aujourd'hui, de cette méthode.

Partie 1 : Cadre théorique, niveau de preuve et état des lieux

1.1 Paralysie cérébrale

1.1.1 Définition

La paralysie cérébrale (PC) est décrite pour la première fois en 1861 par le chirurgien anglais William John Little. Le syndrome de Little n'est autre que la diplégie spastique car il la décrit comme des « rigidités spastiques » survenues suite à des « lésions des centres nerveux » et met en cause « l'influence de la parturition anormale, des travaux difficiles, de la naissance prématurée et de l'asphyxie néonatale sur l'état mental et physique de l'enfant » (Little, 1969). Cette définition a depuis évolué. Celle choisie par le réseau *Surveillance of Cerebral Palsy in Europe* semble être la plus complète : « La paralysie cérébrale décrit un groupe de troubles permanents du développement du mouvement et de la posture, entraînant une limitation d'activité, qui sont attribués à des perturbations non progressives survenues dans le cerveau du fœtus ou du nourrisson en développement. Les troubles moteurs de la paralysie cérébrale sont souvent accompagnés de troubles de la sensation, de la perception, de la cognition, de la communication et du comportement, d'épilepsie et de problèmes musculo-squelettiques secondaires. » (Rosenbaum et al., 2007).

1.1.2 Épidémiologie

Selon la Fondation Paralysie Cérébrale, la PC toucherait 17 millions de personnes dans le monde dont 125 000 en France. Tous les jours dans notre pays, 4 nouveaux nés naîtraient atteints d'une PC, ce qui en fait la déficience motrice la plus courante chez l'enfant. La prévalence mondiale reste stable et varie entre 1.5 et 2.5 pour 1000 naissances (Paneth et al., 2006). En revanche, en s'attardant sur l'âge gestationnel, la prévalence a diminué pour les enfants nés à terme ou prématurés modérés et, à contrario, a augmenté dans la population des grands prématurés. Cela s'explique par l'amélioration des soins intensifs et l'augmentation du nombre de grands prématurés sauvés.

1.1.3 Causes et facteurs de risques

La principale cause est l'asphyxie cérébrale due à une hypoxie, elle-même due à une ischémie ou une hémorragie. Les causes génétiques, virales (toxoplasmose, syphilis, cytomégalovirus, chorioamniotite, ...), toxiques (alcool, cocaïne, antiépileptiques ...) et la naissance prématurée sont également évoquées. L'apparition de la PC est en réalité favorisée par un ou une combinaison de facteurs de risques (Marret et al., 2013), essentiellement présents durant la période anténatale (80% des cas). Les malformations cérébrales (lissencéphalie, hétérotopies nodulaires, polymicrogyrie, schizencéphalie et dysplasie corticale) restent une cause rare. Enfin, dans 40% des cas, la cause n'est pas identifiée (Fondation Paralysie Cérébrale, 2017).

1.1.4 Différentes formes cliniques

La forme principale est la forme spastique. Elle représente 70 à 80% des cas. Elle peut être subdivisée en plusieurs types suivant si l'atteinte touche un seul (monoplégie), deux (diplégie bilatérale ou hémiplegie unilatérale), trois (triplégie) ou bien quatre membres (quadriplégie). Elle est provoquée par une atteinte du cortex moteur ou des voies pyramidales. Elle entraîne ainsi une hypertonie spastique des muscles agonistes, une hypotonie des muscles antagonistes et des réflexes tendineux exagérés. Ces symptômes vont engendrer un défaut de coordination du mouvement, des mauvaises postures et des complications orthopédiques aggravées par la croissance.

La seconde forme est la forme dyskinétique (6% des cas). Elle est due à une atteinte des ganglions de la base. Les dyskinésies sont des mouvements involontaires comportant 3 sous-types : les dystonies, les athétoses et les chorées.

La forme ataxique (6% des cas) est causée par une atteinte du cervelet. Elle entraîne une ataxie à la marche avec une augmentation du polygone de sustentation, une perte d'équilibre, une perte de coordination des mouvements et un tremblement intentionnel.

Enfin, des formes mixtes sont possibles et regroupent la plupart du temps les formes spastique et athétosique.

1.2 Mouvements généraux

1.2.1 Neurophysiologie de la mise en place de la motricité

Selon Claudine Amiel-Tison (2008), neuropédiatre française, la motricité archaïque dépend d'un cerveau dit « inférieur » composé du cervelet, de la moelle épinière, du tronc cérébral et des voies extrapyramidales descendantes. Cette motricité, qui est la première à se développer, comprend les réflexes primaires et la fonction antigravitaire, c'est-à-dire le tonus des muscles extenseurs. Ce n'est que plus tardivement, lors du dernier trimestre de grossesse, que le cerveau dit « supérieur » (hémisphères, noyaux gris centraux et voie pyramidale) va commencer son développement et prendre le contrôle du cerveau inférieur.

D'après Mijna Hadders-Algra (2017), 2 sortes de cortex sont à différencier. La plaque sous-corticale se forme à partir de la 7^{ème} semaine de grossesse et est à l'origine de la motricité spontanée. Mais cette plaque est transitoire et va être remplacée progressivement par la plaque corticale à partir du dernier trimestre, qui elle sera permanente (cf. figure 1). Ces 2 plaques sont interconnectées jusqu'au 3^{ème} mois de vie environ où la plaque corticale prendra totalement le relais pour la motricité. Cela correspond à l'âge de disparition de la motricité archaïque au profit de la volontaire.

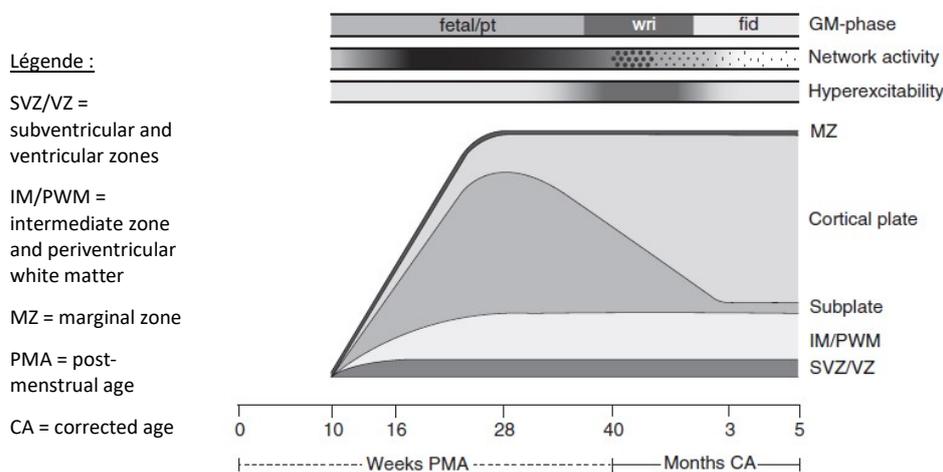


Figure 1. Evolution des plaques corticale et sous-corticale en fonction de l'âge (Hadders-Algra, 2017)

1.2.2 Définition

Les mouvements généraux (GMs) représentent la motricité libre et spontanée du fœtus et du nouveau-né avant l'installation de la motricité volontaire. Ils apparaissent avant le terme à partir de 8 semaines d'âge gestationnel et disparaissent à l'âge de 4-5 mois post-terme. Trois catégories de mouvements existent suivant l'âge :

- Les GMs pré-termes (de 8 à 36 semaines post-menstruel) qui se caractérisent par des mouvements variés essentiellement du tronc et de large amplitude, ils sont responsables des changements de position in utéro ;
- Les GMs dits « *writhing* », pouvant être traduit par « mouvements de contorsion », (de 36/38 semaines post-menstruel à 6/8 semaines post-terme) qui correspondent à des mouvements de forme elliptique, plus puissants et plus lents que les mouvements pré-termes, où la participation des membres est plus importante et les amplitudes sont faibles ou modérées ;
- Les GMs dits « *fidgety* », pouvant être traduit par « agités », (de 6/8 semaines à 3/4 mois post-terme) qui sont des petits mouvements circulaires, fluides, continus, de faible amplitude avec une vitesse modérée et mettant en jeu autant les membres que le tronc. Des rotations des mains et des pieds sont décrites comme élégantes.

Ces mouvements mettent en jeu l'ensemble du corps et les séquences motrices, qui durent de quelques secondes à plusieurs minutes, apparaissent et se terminent de façon progressive. La transition entre les 3 différentes catégories est également graduelle et non brusque (Hadders Algra, 2003).

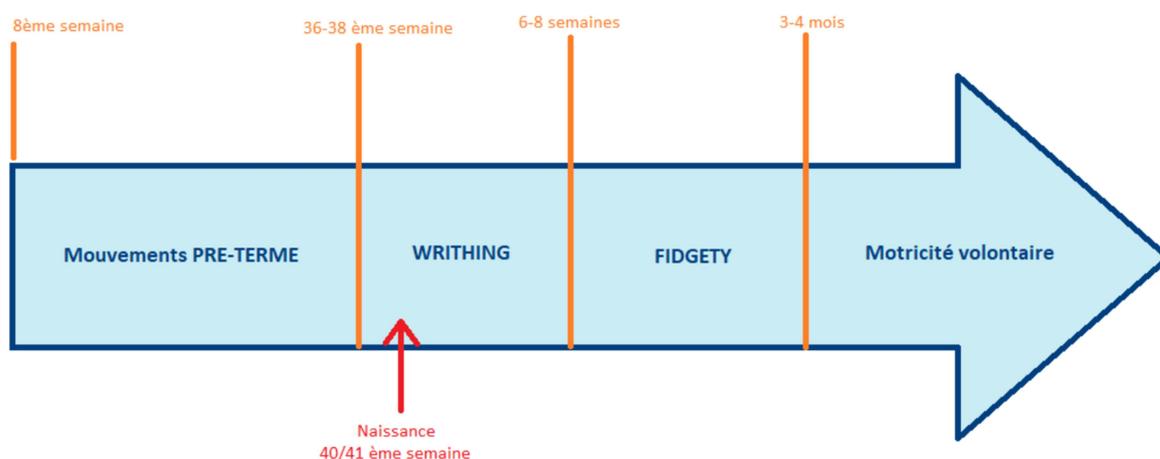


Figure 2. Chronologie de la motricité du fœtus et du nouveau-né

1.2.3 Description et méthode d'évaluation

L'évaluation des mouvements généraux (GMA) est une méthode de diagnostic précoce développée par Heinz Prechtl. Elle consiste donc à apprécier la motricité spontanée et libre du nouveau-né. Elle se fait selon 3 paramètres qui sont :

- La complexité du mouvement qui se rapporte à la variation spatiale, c'est-à-dire à des mouvements qui s'effectuent dans les 3 plans de l'espace ;
- La variation temporelle qui se définit par de nouveaux mouvements en continu et en changement perpétuel (cf. figure 3);
- La fluidité qui comprend souplesse, douceur, grâce dans le mouvement et qui est accompagnée d'accélération et de décélération.

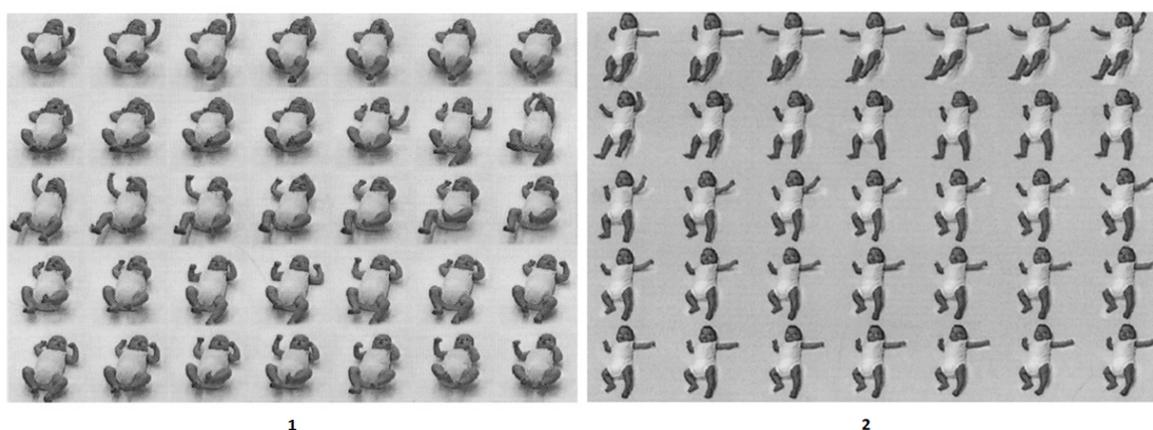


Figure 3. Illustration de la variation spatiale et temporelle des mouvements généraux normaux (1) et anormaux (2) (Hadders-Algra, 2003)

Elle est réalisée suite à l'observation dans sa globalité des mouvements des membres et du tronc. La méthode évoque une évaluation selon la perception « gestalt » qui provient de la théorie de la Gestalt où le « tout est différent de la somme de ses parties ». Concrètement, cela signifie que l'ensemble des mouvements de tout le corps doit être évalué, sans que l'évaluateur se concentre sur une partie particulière du corps.

En ce qui concerne les conditions d'évaluation (cf. Annexe I), l'enfant doit être couché sur le dos sur une surface plate et confortable, les bras et les jambes dévêtus. Son état physiologique (décrit par Prechtl, 1974) doit être à 4, c'est-à-dire en éveil actif (cf. tableau 1). Il ne doit pas y avoir de stimulation externe (parents, jouets, ...). L'enfant est alors enregistré par vidéo qui sera analysée par la suite par un évaluateur préalablement formé à la GMA. L'enregistrement dure entre 30 et 60 minutes s'il est effectué avant l'âge du terme, ou entre 5 et 10 minutes si c'est le cas contraire. Il est recommandé dans le cadre

de la prématurité de faire au minimum 3 enregistrements (un en pré-terme, un juste après le terme et un dernier entre 9 et 15 semaines) afin d’avoir une évaluation des 3 phases et ainsi obtenir une trajectoire développementale.

Tableau 1 : 5 états comportementaux du nourrisson selon Prechtl (1974)

Etat 1	Sommeil profond	Yeux fermés, respiration régulière, pas de mouvements
Etat 2	Sommeil léger	Yeux fermés, respiration irrégulière, petits mouvements
Etat 3	Eveil calme	Yeux ouverts, pas de mouvements
Etat 4	Eveil actif	Yeux ouverts, mouvements importants
Etat 5		Pleurs

1.2.4 Mouvements généraux anormaux

Chez les enfants avec des lésions cérébrales, les GMs sont différents non pas par leur quantité ou bien leur apparition dans le temps mais par leur qualité : ils perdent leur complexité, leur variabilité et leur fluidité. Plusieurs sortes de mouvements anormaux sont décrites :

- Durant les périodes pré-terme et *writhing* :
 - Les mouvements *poor repertoire* qui sont une succession de mouvements monotones, sans complexité ;
 - Les mouvements *cramped-synchronized* caractérisés par des mouvements rigides, non fluides, où la contraction musculaire des membres et du tronc et la détente sont quasiment simultanées ;
 - Les mouvements *chaotic* qui sont des mouvements donc chaotiques de tous les membres, sans fluidité ni douceur ;
- Durant la période *fidgety* :
 - Les mouvements *fidgety* anormaux qui correspondent à des mouvements *fidgety* normaux mais avec une amplitude et une vitesse exagérées et des saccades ;
 - Les mouvements *fidgety* absents

La méthode de GMA de Prechtl décrit ces mouvements anormaux précisément. La méthode de Hadders-Algra (2004), dérivée de celle de Prechtl car elle est différente dans l'interprétation mais pas dans la réalisation, propose une autre description (cf. figure 4) avec :

- Les GMs normaux, divisés en 2 types :
 - Les « normaux-optimaux » présentant une importante complexité, variabilité et fluidité ;
 - Les « normaux-sous-optimaux » qui sont moins complexes et moins variables et sans fluidité ;
- Les GMs anormaux, divisés eux aussi en 2 sous-catégories :
 - Les « légèrement anormaux » étant peu complexes et peu variables et sans fluidité ;
 - Les « définitivement anormaux » qui n'ont ni complexité, ni variabilité, ni fluidité.

Classification	Complexity	Variation	Fluency
Normal-optimal GMs	+++	+++	+
Normal-suboptimal GMs	++	++	-
Mildly abnormal GMs	+	+	-
Definitely abnormal GMs	-	-	-

Complexity and variation: +++, abundantly present; ++, sufficiently present; +, present, but insufficiently; -, virtually absent or absent.
 Fluency (the least important aspect of GM assessment): +, present; -, absent.

Figure 4. Classifications des GMs selon Hadders-Algra (2004)

Nota bene : la méthodologie pour les 3 sous-parties suivantes se trouve en Annexe II.

1.3 Prédications de la GMA quant au devenir neurodéveloppemental

La vocation première de la GMA est de déceler des déficits moteurs, essentiellement la PC, chez des enfants à risque dont les prématurés. Les GMs anormaux annonciateurs de PC sont les *cramped-synchronized* persistants, l'absence de mouvements *fidgety* et les mouvements décrits comme « définitivement anormaux » (Hadders-Algra, 2004).

Néanmoins, selon Hadders-Algra et Groothuis (1999), la GMA peut également prédire l'apparition de trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH), de troubles neurologiques mineurs et de troubles comportementaux. L'exactitude prédictive pour ces troubles est moins élevée que pour la PC, de l'ordre de 60% (sensibilité entre 79 et 86, spécificité entre 48 et 58). Cette évaluation aurait également sa place dans le diagnostic du trouble du spectre autistique et du syndrome de Rett (Einspieler et al., 2014).

Les prédictions du devenir neurodéveloppemental de l'enfant dépendent des trajectoires observées (cf. tableau 2). Elles peuvent être normales du début à la fin des GMs, auquel cas le développement sera lui aussi normal, ou au contraire totalement anormales et une PC sera présente. Une 3^{ème} trajectoire compte des mouvements anormaux à la période pré-terme et/ou *writhing* qui se normalisent à la période *fidgety* pour aboutir sur un développement normal ou avec des déficits mineurs (Einspieler et Prechtl, 2005 ; Peyton et Einspieler, 2018).

Tableau 2 : Trajectoires développementales en fonction des GMs selon Peyton et Einspieler (2018)

GMs During Preterm Age	GMs During Term Age to 6 Weeks Post-Term Age	GMs from 9-16 Weeks Post-Term Age	Neurological Outcome
Normal or poor repertoire	Normal writing movements or poor repertoire	Normal fidgety movements	Normal ^{3,7,12,23}
Poor repertoire or cramped synchronized	Poor repertoire or cramped synchronized	Absent fidgety movements	Bilateral spastic cerebral palsy ^{3,7,10,30}
Poor repertoire	Poor repertoire or cramped synchronized	Absent fidgety movements and asymmetrical segmental movements and individual digit movements	Unilateral spastic cerebral palsy ^{3,7,12}
Poor repertoire	Poor repertoire	Absent fidgety movements, absence of foot-to-foot contact; circular arm movements, finger spreading	Dyskinetic cerebral palsy ^{3,7}
Poor repertoire	Poor repertoire	Can have normal, abnormal, or absent fidgety movements	Various genetic disorders ^{3,13-18}
Poor repertoire	Poor repertoire	Abnormal fidgety movements or normal fidgety movements with monotonous character	Autism spectrum disorders ^{18,19}
Poor repertoire	Poor repertoire	Normal or sporadic fidgety movements with monotonous, jerky, or stiff character and/or lack of various finger postures	Cognitive dysfunctions ^{3,7,20-26}

Abbreviations: GMs, general movements; NICU, neonatal intensive care unit.

1.4 Etat des lieux de la pratique

En France, la GMA n'est que rarement pratiquée par les professionnels de santé, que ce soit les pédiatres, les neurologues ou encore les kinésithérapeutes. Un article de l'URPS MK Occitanie / Pyrénées Méditerranée datant du 24/11/2019 parle d'un projet mis en place sur le territoire de la ville de Nîmes, sur l'utilisation de la GMA en cabinet de ville (kinésithérapeutes et pédiatres libéraux), au CHU Caremeau, à la clinique Kennedy, au CAMSP et en PMI. Ce projet doit mener, à terme, au développement de l'utilisation de la GMA en Occitanie et permettrait d'apprécier les éventuelles difficultés pratiques de son déploiement.

Au niveau des recommandations sur la PC, un état des lieux du dépistage et la prise en charge précoce a été réalisé en 2011 par Véronique Bourg et conclut que des "recommandations de bonnes pratiques médicales seraient à définir" au vue des disparités de prise en charge relevées sur le terrain. Des recommandations de la HAS ont été publiées en 2014 mais ne concernent que la prise en charge des comportements perturbateurs associés à la PC. Un dossier de presse de la Fondation de la Paralysie Cérébrale vient relancer le débat en 2017 en soulignant les innovations thérapeutiques récentes ainsi que l'importance d'un diagnostic précoce car la plasticité cérébrale (et par conséquent le potentiel de rééducation) est plus importante les premiers mois et années de vie. Suite à l'enquête nationale sur la paralysie cérébrale ESPaCe, menée entre 2016 et 2017 pour connaître les modalités de la rééducation motrice sur plus de 1000 enfants atteints, la HAS a décidé d'inscrire à son programme l'élaboration de recommandations sur la PC. Initialement prévues en juin 2020, reportées à février 2021, ces recommandations ne devraient pas concerner le diagnostic précoce.

Aujourd'hui en France, la PC est diagnostiquée principalement par IRM lorsqu'un enfant présente des facteurs de risques identifiés à la naissance ou des signes d'alerte plus ou moins tardifs, c'est-à-dire dans la grande majorité des cas un retard de développement.

Les pays européens ont été les premiers utilisateurs de la GMA. Les principaux experts des GMs exercent aux Pays-Bas, en Autriche, en Italie et notamment dans les hôpitaux universitaires de Groningen et de Modène.

En Norvège, la GMA est utilisée sur les nourrissons à haut risque de présenter des troubles neurologiques depuis une quinzaine d'années, notamment à l'hôpital universitaire de Norvège du Nord (Øberg et al., 2015).

Aux États-Unis, la loi autorise et encourage depuis 1986 la mise en place de programmes d'intervention précoce pour les nourrissons et les enfants en bas âge handicapés. Néanmoins la GMA n'est pas utilisée, ils privilégient d'autres évaluations de la motricité comme le *Test of Infant Motor Performance* (TIMP), l'*Alberta Infant Motor Scale* (AIMS) et les échelles développementales de Bayley (Ricci et al., 2018).

En Australie, la GMA s'est installée depuis un peu plus de 10 ans. Les australiens sont allés plus loin en créant une application pour smartphone, « *Baby Moves* », pour que les parents filment leurs enfants et envoient la vidéo à un praticien formé qui effectuera une GMA (Spittle et al., 2016). Cette application a été développée à cause des contraintes géographiques : l'Australie est un pays vaste et les centres de référence pour la GMA peuvent se situer à plusieurs centaines de kilomètres du domicile familial. En 2017, le professeur Iona Novak et le docteur Cathy Morgan (respectivement ergothérapeute et physiothérapeute de formation) sont à l'origine des recommandations australiennes sur le diagnostic avant l'âge de 5 mois de la PC. Elles recommandent une combinaison de la GMA et de l'IRM (Novak et al., 2017).

En Chine, les médecins de réadaptation, les neurologues, les pédiatres ainsi que les physiothérapeutes pratiquent la GMA. Ils ont également un site dédié afin de partager entre professionnels de santé un maximum d'informations sur les GMs (www.gmshome.cn).

En Afrique du Sud, la première utilisation de la GMA eu lieu en 2011 lors d'une étude (Burger et al.). L'Iran, en 2015, puis l'Inde, en 2016, firent de même avec des études sur la faisabilité de la GMA dans leur pays (Soleimani et al., 2015 ; Adde et al., 2016). Au Brésil, un groupe de thérapeutes formés appliquent la GMA dans des maternités et des hôpitaux (Tomantschger et al., 2018). Mais les moyens financiers de ces pays émergents sont limités et leurs systèmes de santé accusent de nombreuses limitations, ce qui empêche la généralisation de la méthode à l'ensemble du pays.

1.5 Niveau de preuve

Un grand nombre d'études s'est intéressé à la valeur prédictive de la GMA ainsi que plusieurs revues (cf. tableau 3). Il en ressort que l'évaluation des mouvements *fidgety* fournit le pronostic le plus précis avec une sensibilité moyenne de 93% et une spécificité moyenne de 90%.

Tableau 3 : Sensibilité et spécificité de la GMA

	GMA <i>fidgety</i>	GMA <i>writhing</i>
Sensibilité	– 91-98 % (Einspieler et al., 2012)	
	– 100 % (Darsaklis et al., 2011)	
	– 97 % (Kwong et al., 2017)	– 75-100 % (Darsaklis et al., 2011)
	– 69 % (Støen et al., 2019)	– 93 % (Kwong et al., 2017)
	– 98 % (Romeo et al., 2008)	
	– 98 % (Peyton et Einspieler, 2018)	
Spécificité	– 81-85 % (Einspieler et al., 2012)	
	– 82-100 % (Einspieler et Prechtl, 2005)	– 46-93 % (Einspieler et Prechtl, 2005)
	– 89 % (Kwong et al., 2017)	
	– 91.5 % (Støen et al. 2019)	– 40-48 % (Darsaklis et al., 2011)
	– 94 % (Romeo et al., 2008)	– 59 % (Kwong et al., 2017)
	– 91 % (Peyton et Einspieler, 2018)	

La valeur prédictive de la GMA ne semble plus être contestée à l'heure actuelle. De multiples études se sont donc dirigées vers une comparaison à d'autres examens afin de préciser la puissance prédictive des GMs.

Une revue systématique de Spittle et al. datant de 2008 compare 9 évaluations du développement moteur chez l'enfant prématuré durant sa première année de vie. Il apparaît que la GMA est considéré comme l'outil prédictif pour la PC le plus pertinent. De plus, la GMA possède une valeur prédictive du développement moteur statistiquement supérieure comparée aux autres évaluations réalisées avant 4 mois (cf. tableau 4). Passé cet âge, l'AIMS et le NSDMA sont plus adaptés.

Tableau 4 : sensibilité et spécificité des différentes évaluations neurodéveloppementales d'après Spittle et al. (2008)

Evaluations	Sensibilité	Spécificité
GMA	95%	96%
AIMS	77.3%	81.7%
<i>Neuro Sensory Motor Development Assessment (NSDMA)</i>	80%	56.9%
TIMP	62.5%	77.4%
<i>Movement Assessment of Infants (MAI)</i>	73.5%	62.7%
<i>Peabody Developmental Motor Scale – Version 2 (PDMS-2)</i>	36.1%	93.8%
<i>Bayley Scales of Infant and Toddler Development – Version III (BSITD-III) / Posture and Fine Motor Assessment of Infants (PFMAI) / Toddler and Infant Motor Examination (TIME)</i>	VALEURS ABSENTES	

Une autre revue en 2012, réalisée par Noble et Boyd, compare la GMA à 7 autres évaluations néonatales neurocomportementales ou neuromotrices (APIB, NNNS, TIMP, NAPI, Dubowitz, NMBA, NBAS). Les auteurs tirent la même conclusion que Spittle et al. : les prédictions correctes sont statistiquement plus nombreuses avec une GMA à 3 mois. Une revue plus récente de 2017, élaborée par Craciunoiu et Holsti, arrive elle aussi à la conclusion que la GMA possède une valeur prédictive statistiquement supérieure par rapport à 4 autres examens neurocomportementaux (NBAS, TIMP, NAPI, NOMAS). Elle précise que les études avec la méthodologie la plus rigoureuse sont celles portant sur la GMA.

En 2013, Bosanquet et al. confrontent la GMA à l'échographie crânienne, l'IRM et l'examen neurologique. A travers une revue systématique de 19 études regroupant 4778 enfants à risque de PC, ils ont obtenu la sensibilité et la spécificité pour chaque examen (cf. tableau 5). La GMA possède des valeurs statistiquement supérieures par rapport aux 3 autres examens. Bien que la GMA possède une différence significative en sa faveur dans la prédiction de la PC, l'IRM reste supérieure lorsque la prédiction doit s'affiner pour la distribution et la sévérité de la paralysie. L'échographie est tout de même plus simple à appliquer dans un contexte néonatal car l'IRM demande à l'enfant de rester immobile durant 30 minutes.

Tableau 5 : Valeurs statistiques de 4 examens réalisés sur des nourrissons à risque de PC (Bosanquet et al., 2013)

	Sensibilité	Spécificité	Odds ratio de diagnostic
GMA (méta-analyse sur 4 études soit 326 enfants)	98%	91%	453
Echographie crânienne (méta-analyse sur 6 études soit 2404 enfants)	74%	92%	31
IRM (pas de méta-analyse possible, 3 études soit 702 enfants)	86-100%	89-97%	-
Examen neurologique (méta-analyse sur 2 études soit 142 enfants)	88%	87%	49

Enfin, la dernière revue systématique est celle de Novak et al. (2017) qui a permis l'élaboration de recommandations d'un diagnostic et d'une intervention précoces dans les cas de PC en Australie. Elle reprend 2 des revues précédemment citées (Bosanquet et al., 2013 ; Spittle et al., 2008) et ajoute 4 autres revues ainsi que 2 rapports de recommandations basés sur des données cliniques probantes de *l'American Academy of Neurology* et de la *Child Neurology Society*. Pour un diagnostic avant 5 mois, 2 options sont présentées : la première comprend une GMA et une IRM ; la seconde, en cas d'impossibilité de réaliser la première, compte un HINE (*Hammersmith Infant Neurological Examination*) et un TIMP mais elle se base sur des preuves scientifiques de moins bonne qualité.

Malgré des variations dans les chiffres annoncés pour la sensibilité et la spécificité, la grande majorité des études s'accordent à dire que la GMA fournit le pronostic de PC le plus précis parmi les examens proposés avant l'âge de 6 mois. Aucun n'est capable de produire un diagnostic à 100% car les variations développementales sont telles durant la première année de vie que les lésions peuvent être compensées et les déficits absents, ou au contraire, les lésions absentes ou non visibles et les déficits présents à long terme.

Méthode et problématique

Les éléments précédemment évoqués, plus particulièrement l'état des lieux et le niveau de preuve, nous amènent à nous poser la question suivante : **quelle est l'origine et l'évolution de l'évaluation des mouvements généraux au cours de l'histoire, pouvant expliquer son bon niveau de preuve mais sa sous-utilisation en France ?** Afin de répondre à cette problématique, nous allons chercher des réponses dans l'histoire de cet outil diagnostique.

Le qualificatif « bon » est employé pour le niveau de preuve car si nous nous référons au rapport de 2013 de la HAS sur le niveau de preuve et la gradation des recommandations, les études sélectionnées dans la partie « 1.5 Niveau de preuve » correspondent à un niveau A. De plus, elles répondent au type d'études et aux critères de jugement les plus adaptés lorsque l'on souhaite valider une méthode diagnostique (cf. Annexe III).

La méthodologie de type historique est moins codifiée qu'une revue de littérature. Afin de recueillir des informations dans de multiples sources, les recherches ne se limitent pas seulement aux articles scientifiques. Nous nous sommes appuyés sur les moteurs de recherche scientifique classiques (Google Scholar, PubMed, Science Direct) mais aussi sur des articles de journaux (Kiné Scientifique et Kiné Actualité), des livres ou tout simplement internet (site General Movements Trust) et la recherche de proche en proche. Nous n'avons pas de critères PICOS, nos mots clés pour les recherches sont « mouvements généraux » et « paralysie cérébrale ». Nous nous sommes volontairement limités à deux mots clés afin de ne pas restreindre nos résultats. Des recherches par auteurs ont également été effectuées notamment avec H. F. R. Prechtl et M. Hadders Algra. Nos critères d'inclusion incluent les articles sur les mouvements généraux en langue anglaise ou française apportant des éléments de réponse à l'historique. Aucune restriction concernant la date de publication n'a été faite afin de trouver les premiers articles sur les débuts de la GMA.

Partie 2 : Historique

2.1 Contexte et outils présents avant la GMA : examen neurologique du nouveau-né et mouvements fœtaux

L'examen neurologique du nouveau-né n'est que récent dans l'histoire. Il débuta par la découverte des réflexes. C'est au début du XXème siècle grâce aux travaux de Charles Scott Sherrington (1857-1952) que le réflexe et son fonctionnement sont compris. Sherrington obtiendra d'ailleurs le Prix Nobel de physiologie ou médecine en 1932 pour sa découverte de l'innervation réciproque (Molnár et Brown, 2010)

Néanmoins, le réflexe étant une réponse motrice à un stimulus sensoriel, nous pouvons l'assimiler à une sorte d'examen passif du système nerveux central (Einspieler et Prechtl, 2005). De plus, les expériences portaient sur des animaux avec de sévères lésions cérébrales comme des décérébrations. Les scientifiques se rendent compte alors de la pauvreté des indications des réflexes sur le fonctionnement et les dysfonctionnements du cerveau du nouveau-né en maturation.

Le point de départ dans l'examen neurologique du nouveau-né est apporté par les travaux de Suzanne Saint-Anne Dargassies et André Thomas en 1952 avec **Études neurologiques sur le nouveau-né et le jeune nourrisson** qui fournissent le tout premier examen de l'histoire. Ils décrivent un examen des réflexes primaires mais prennent en compte d'autres paramètres : le tonus musculaire passif et actif ainsi que les réactions posturales. Ils se concentrent sur les « modifications du rythme, de l'intensité, de la fréquence et de l'orientation des réactions » (Andrieu, 2002) et non plus seulement sur la présence ou non d'un réflexe. Après la mort en 1961 de André Thomas, SSA Dargassies a continué ses travaux mais d'autres sont venus compléter ses recherches.

A partir de la fin des années 60, les travaux de Claudine Amiel-Tison, basés sur l'examen proposé par Dargassies et Thomas, l'amènent à publier avec Albert Grenier **l'Évaluation neurologique du nouveau-né et du nourrisson** en 1980. Ce bilan, actualisé depuis, est aujourd'hui encore largement utilisé en France. D'autres évaluations virent le jour durant la même période mais se focalisèrent plus sur l'aspect comportemental. Nous trouvons notamment l'échelle de Brazelton (NBAS), créée en 1973, qui a pour objectif d'évaluer le comportement du nouveau-né de 0 à 2 mois en 26 items (cf. Annexe IV) dont les états comportementaux décrits par Prechtl (Jeliu, 1983). Mais cette échelle étant jugée

difficile à utiliser en pratique clinique, Lily et son mari Victor Dubowitz ont mis en place en 1981 une méthode d'examen plus simple incluant certains aspects du comportement ainsi que le tonus et les réflexes primaires (Dubowitz, 2005). Cet examen est aujourd'hui l'un des plus utilisés à travers le monde et se nomme le *Hammersmith Infant Neurological Examination* (cf. Annexe V). Au final, au début des années 1980 les seuls mouvements actifs alors évalués sont ceux issus de réactions : ils sont provoqués et non spontanés.

Du côté des mouvements fœtaux, leur importance a été détectée depuis l'antiquité d'après le Campus National de Gynécologie Obstétrique (2006) :

« Au IV^{ème} siècle avant JC, Hippocrate a soutenu que les premiers mouvements fœtaux apparaissent 70 à 90 jours après la conception. Ambroise Paré, en 1534, a été le premier à affirmer que “si ni la main du chirurgien ni la mère ne peuvent sentir bouger l'enfant, celui-ci est mort”. » .

L'intérêt est alors d'avoir des informations sur la vitalité du fœtus. Il faudra attendre la première échographie fœtale en 1964 par l'écossais Ian Donald pour en apprendre plus sur l'état du fœtus (Soler, 2005). L'analyse des mouvements est alors quantitative et non qualitative, le nombre de mouvements pouvant indiquer la présence potentielle d'une pathologie obstétrique (Sadovsky, 1977).

2.2 Fondements des mouvements généraux

Heinz Friedrich Rudolf Prechtl (1927-2014) est un scientifique autrichien, fondateur de l'évaluation des mouvements généraux. A l'origine, il basait ses travaux sur l'observation d'animaux tels que les oiseaux ou les lézards. Il a pour mentor Konrad Lorenz (1903-1989), initiateur de l'éthologie et prix Nobel de médecine ou physiologie en 1973. L'éthologie est l'étude des processus comportementaux indépendants de l'apprentissage, c'est-à-dire instinctifs et innés. Ce courant de pensées s'oppose ainsi au behaviorisme qui voit les comportements conditionnés par l'environnement extérieur et les stimuli externes. Ce n'est qu'à partir de 1955 que Prechtl commence à s'intéresser aux comportements des nouveau nés humains. En 1962, il intègre l'université de Groningue (Pays-Bas) et se concentre sur une nouvelle discipline pour l'époque : la neurologie du développement. Pour lui, l'immaturation des structures neurales n'existe pas, seuls différents stades de développement sont présents en fonction de l'âge rendant le système nerveux plus vulnérable à d'éventuelles lésions. Avec une étude en 1967 sur plus de 1500 nouveau nés, Prechtl fait apparaître la notion d'optimalité avec 42 variables à propos d'antécédents prénataux et périnataux : cela permet de définir un risque neurologique plus ou moins important. Au début des années 1970, Prechtl s'est intéressé aux états comportementaux chez les nouveau-nés, décrits par Wolff une décennie plus tôt. Pour lui, sa distinction en 5 états comportementaux est une étape nécessaire avant la création d'un examen neurologique standardisé pour les nourrissons car en fonction de l'état, les comportements et les réactions observées sont différentes. En parallèle, il crée la revue *Early Human Development* en 1977 avec John Dobbing et John C. Sinclair afin de rassembler toutes les publications émergentes sur le développement du fœtus et du nouveau-né, dont les siennes.

Au début des années 80, l'échographie obstétrique s'étant nettement améliorée depuis la première échographie d'un fœtus, Prechtl se penche sur les mouvements spontanés du fœtus. Il va se rendre compte premièrement que le comportement du fœtus commence à 8 semaines d'âge post-menstruel et observe une continuité jusqu'à l'âge de 3 mois après la naissance, et secondairement que ce comportement est différent chez les nourrissons qu'il classe à haut risque. A partir de ces observations, il va créer l'évaluation des mouvements généraux. Trois étapes marquantes dans son travail sont alors à mentionner : sa première étude sur la GMA de 1990 où il décrit pour la première fois son évaluation, sa publication dans la revue *The Lancet* en 1997 et enfin la publication de son livre en 2004 qui détaille la GMA.

Heinz Prechtel s'est entouré de collaborateurs à partir de 1990 avec lesquels il produira de nombreuses études sur le sujet jusqu'à sa mort, afin de valider son évaluation et d'affiner les caractéristiques des mouvements indiquant certains troubles neurologiques. Ces collaborateurs sont les suivants :

- **Christa Einspieler** qui possède un diplôme de physiologie et de psychologie de l'université de Graz en Autriche. Après l'obtention de son diplôme, elle s'est formée aux côtés de Prechtel à l'université de Groningue, aux Pays-Bas. Elle est aujourd'hui professeur de physiologie à l'université de médecine de Graz.
- **Fabrizio Ferrari** qui est professeur en néonatalogie à l'université de Modène et directeur du service de néonatalogie de la polyclinique de Modène.
- **Giovanni Cioni** qui est professeur en neuropsychiatrie infantile à l'université de Pise. De 1984 à 1986, il a reçu une formation en neurologie du développement à l'Université de Groningue avec Prechtel.
- **Arend Frederik Bos** qui est professeur en néonatalogie à l'hôpital des enfants de Groningue.

Cette équipe a créé en 1997 la *GM Trust*, un organisme de formation aux mouvements généraux pour les professionnels de santé à travers le monde.

2.3 Evolution de la GMA

Selon Prechtl (1997), les prémices de mouvements généraux se retrouvent dans les travaux d'Orvis Carl Irwin avec ce qu'il appelle « les mouvements de masse ». Il est parti du constat que les nouveau-nés sont plus actifs avant qu'après l'allaitement. Afin d'objectiver cette observation, il a évalué 73 enfants âgés de quelques jours en les plaçant dans un stabilimètre et a obtenu un nombre d'oscillations par minute (plus il y a d'oscillations, plus l'enfant est mobile). 67% des enfants avaient une augmentation croissante des mouvements entre les 2 temps d'allaitement (intervalle de 4 heures). Irwin a conclu que la faim était un facteur causal de la mobilité chez le nouveau-né (Irwin, 1932).

En 1964, Heinz Prechtl et David Beiniema mirent en place un examen complet et standardisé du système nerveux du nouveau-né avec un manuel pour l'utilisation clinique. Le but était de créer une base internationale avec le plus de bilans possibles pour ensuite comparer l'état neurologique des nouveau-nés entre eux grâce à la machine IBM et ainsi obtenir différents patterns. Il incluait alors pour la première fois les états de vigilance de Prechtl (cf. tableau 1) permettant d'évaluer aussi les conditions d'évaluation (Belmonti et Cioni, 2014).

En 1979, Prechtl en collaboration avec Fargel, Weinmann et Bakker mena une étude sur des prématurés à faible risque pour voir leur posture corporelle, les différents types d'activité motrice, les schémas respiratoires et les différents aspects des états comportementaux. Du côté de l'analyse de la motricité, c'est la première apparition du terme « mouvements généraux ». Ils étaient alors définis comme des « mouvements non coordonnés, lents et tortueux des bras, des jambes et du tronc, y compris souvent de la tête ». Au niveau de la méthodologie de l'examen, les bases étaient déjà présentes : l'observation dure 2h, au rythme d'une fois par semaine, chez les prématurés entre la 28^{ème} et la 40^{ème} semaine et l'enregistrement des événements observés se fait sur des feuilles préconçues avec une page couvrant 10 minutes.

En 1982, Prechtl a défini dans son article *Assessment methods for the newborn infant* les caractéristiques indispensables pour avoir un examen neurologique de diagnostic optimal pour le nouveau-né. (Belmonti et Cioni, 2014)

Suite aux observations de la motilité fœtale début des années 1980 avec De Vries et Visser ainsi que des mouvements des prématurés, Prechtl avec Brain Hopkins ont mené 2 études sur des enfants nés à terme et en bonne santé neurologique :

- La première en 1984 différencie 2 types de qualité de GMs : les *writhing* et les *fidgety* ;
- La seconde en 1986 a permis de préciser durant quelles périodes ces mouvements s'exprimaient.

Prechtl avait observé ces GMs mais il lui fallait prouver et objectiver qu'il y avait une différence entre le normal et le pathologique. Avant l'étude de 1990 avec Ferrari et Cioni, il n'avait pas réussi à montrer des différences significatives entre les prématurés à risque extrêmement faible et ceux à risque élevé, autant sur l'aspect quantitatif que qualitatif (Prechtl, 1990). Cette étude (Ferrari, Cioni et Prechtl, 1990) est d'ailleurs leur première étude avec l'utilisation de la GMA. Les conditions d'examen sont proches de celles d'aujourd'hui : les prématurés sont observés à plusieurs reprises (entre 2 et 6 fois) de la naissance à la date prévue du terme, ils sont placés nus en position couchée sur le dos, libres de leurs mouvements et sans perfusion, un enregistrement vidéo d'une heure est réalisé et sera analysé à postériori, l'état comportemental est pris en compte. En plus de l'arrivée de l'enregistrement vidéo, cette étude amène la description de l'aspect semi-quantitatif des GMs (*cramped, poor repertoire, floppy, flapping, tremulous*) qui vient compléter l'analyse qualitative globale faite à l'aide de la perception gestalt (complexité, fluidité et élégance).

Avec l'aide de Mijna Hadders Algra, Prechtl a pu décrire plus précisément les GMs chez les nouveau-nés non pathologiques ainsi que leurs évolutions : durant les 2 premiers mois post natus, les GMs *writhing* sont progressivement remplacés par les *fidgety* qui sont marqués par l'apparition de mouvements d'oscillation et de saccade. Ils décrivent également des mouvements de balancement et de frappe dont leur présence dépend du tempérament de l'enfant. (Hadders Algra et Prechtl, 1992)

La publication de Prechtl et de ses collaborateurs en 1997 dans la revue britannique *The Lancet* marque un tournant majeur dans l'histoire de la GMA. La popularité de la revue scientifique va permettre de faire connaître les GMs et l'évaluation de ces derniers au monde entier. C'est à partir de cette date que d'autres scientifiques indépendants du groupe de Prechtl vont se pencher sur le sujet. En ce qui concerne le fond de l'étude, il est tout aussi important. Ils ont évalué 130 nourrissons durant la période des mouvements *fidgety* et les ont comparés aux évaluations du développement neurologique effectuées longitudinalement jusqu'à l'âge de 2 ans. Ils arrivent à la conclusion que l'observation des

mouvements *fidgety* permet de faire des prédictions neurologiques bien avant l'apparition des premiers signes de spasticité. Ils ont également comparé les prédictions des GMs et les prédictions de l'échographie et ont obtenu une sensibilité et une spécificité supérieures (+10%) avec les GMs.

En 1997, l'équipe de Prechtl réalise une première revue afin de détailler et d'uniformiser leur méthode en vue d'études futures et à terme d'une utilisation clinique (Einspieler et al. 1997). La même année, Hadders Algra prend la tangente et décide de décrire 6 mouvements anormaux ainsi qu'une nouvelle catégorisation qui constitueront la base de son évaluation :

- Les mouvements « *fragmented* » et « *tense* » qui seront catégorisés comme des mouvements légèrement anormaux ;
- Les mouvements « *torpid* », « *monotonous abrupt* », « *monotonous cramped* » et « *monotonous* » qui seront considérés comme des mouvements définitivement anormaux.

Elle se base sur l'analyse d'enregistrements vidéo et électromyographiques. La méthode et les conditions d'évaluations sont les mêmes que celles de Prechtl, seule l'interprétation des mouvements diffère (Hadders Algra et al. 1997).

En 1999, Hadders Algra et Groothuis viennent démontrer que les GMs ne permettent pas uniquement de prédire une PC mais aussi de prédire l'apparition de TDAH, de troubles neurologiques mineurs et de troubles comportementaux. En 2014, Einspieler et al. rajoutent le trouble du spectre autistique et le syndrome de Rett à la liste. Néanmoins, les enfants diagnostiqués autistes ou avec un syndrome de Rett ont présenté des GMs anormaux similaires à ceux observés lors de lésions cérébrales acquises.

En 2004, *Prechtl's Method on the Qualitative Assessment of General Movements in Preterm, Term and Young Infants* est publié et constitue aujourd'hui la référence pour la GMA. Avec ce livre, Prechtl a également réalisé un film afin de montrer des exemples de GMs.

Pour objectiver l'évaluation de l'aspect semi-quantitatif, un score a été créé : le *General Movement Optimality Score* (GMOS). Plus le score total est élevé, meilleure est la qualité des GMs. L'avantage de ce score est la détection de petits changements dans la qualité des mouvements. Il est introduit en 1990 (cf. Annexe VI) dans l'étude

précédemment citée (Ferrari, Cioni et Prechtl, 1990). Il est révisé en 2015 (Einspieler et al.) pour évaluer chaque détail, non plus sur l'ensemble du corps mais en se focalisant sur 4 parties : le cou, le tronc, les extrémités supérieures et inférieures (cf. Annexe VII). Enfin, un autre score qui a été introduit en 2004 et révisé en 2019, le *Motor Optimality Score* (cf. Annexe VIII), permet d'évaluer spécifiquement les mouvements *fidgety* entre 3 et 5 mois (Einspieler et al., 2019).

A partir des années 2000, un grand nombre d'études à travers le monde se sont penchées sur les valeurs prédictives de la GMA en la comparant à d'autres examens neurologiques. C'est essentiellement durant cette décennie que la GMA a acquis une notoriété et une validité scientifique.

Avec l'apogée des nouvelles technologies, certains chercheurs ont développé des logiciels pouvant réaliser la GMA dans le but de faciliter son implantation dans la pratique clinique. Le premier d'entre eux est ENIGMA (*Enhanced Interactive General Movement Assessment*) en 2008 par Berge et al. C'est un logiciel interactif permettant de modéliser le caractère subjectif et les connaissances de l'expert évaluateur : c'est-à-dire que lors de l'analyse d'une vidéo, l'expert va comparer les mouvements observés avec des modèles de mouvement préalablement enregistrés. Ce logiciel nécessite encore l'intervention humaine pour décider de l'évaluation du mouvement.

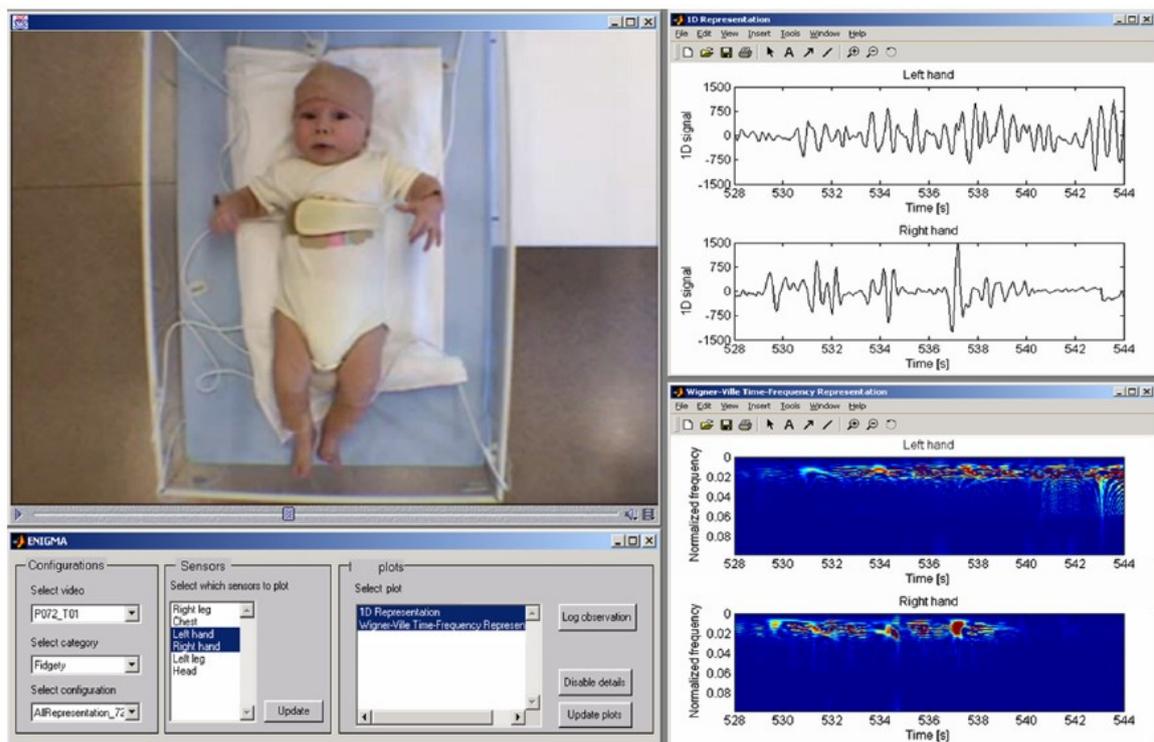


Figure 5. Interface de ENIGMA (Berge et al., 2008)

En 2009, Adde et al. mettent en place l'analyse des GMs par ordinateur. Cela a été possible grâce au développement dans les années 2000 des technologies de « *motion capture* » notamment dans les domaines des jeux vidéo et du cinéma. Ils ont mis au point le logiciel *General Movement Toolbox* (GMT) afin d'évaluer la présence ou non des mouvements *fidgety*. A partir de la vidéo enregistrée du bébé à évaluer, l'ordinateur va créer une image animée à partir de laquelle il calculera une quantité de mouvements obtenue en additionnant les pixels blancs actifs, les noirs représentant l'immobilité (cf. figure 6). L'ordinateur extrait également une autre donnée : le *centroid of motion* qui est considéré comme le point central de tous les mouvements. Cet outil permet d'évaluer les GMs de façon quantitative et de détecter les *fidgety* absents, marqueur de PC. Pour ce qui est de l'analyse qualitative et lorsque l'absence des *fidgety* n'est pas détectable, la machine ne peut se passer de l'évaluateur humain.



Figure 6. Vidéo et image animée (Adde et al., 2013)

Jugeant l'analyse par ordinateur peu fiable car présentant des biais dans les études, Ihlen et al. en 2020 proposèrent un nouvel outil : le CIMA (*Computer-based Infant Movement Assessment*). Les mouvements sont cette fois-ci détectés par le suivi des mouvements de six parties du corps (tête, tronc, bras et jambes). Ces mouvements sont ensuite analysés afin d'obtenir leur fréquence, leur amplitude et leur variation. Ils sont rassemblés par périodes de 5 secondes et étiquetés comme PC ou non-PC. Pour finir, la proportion de périodes de mouvement catégorisées PC permet de calculer le risque potentiel de PC (cf. figure 7). Le CIMA s'avère plus précis que le GMT annonçant une sensibilité à 92,7% et une spécificité à 81,6% pour la prédiction de la PC.

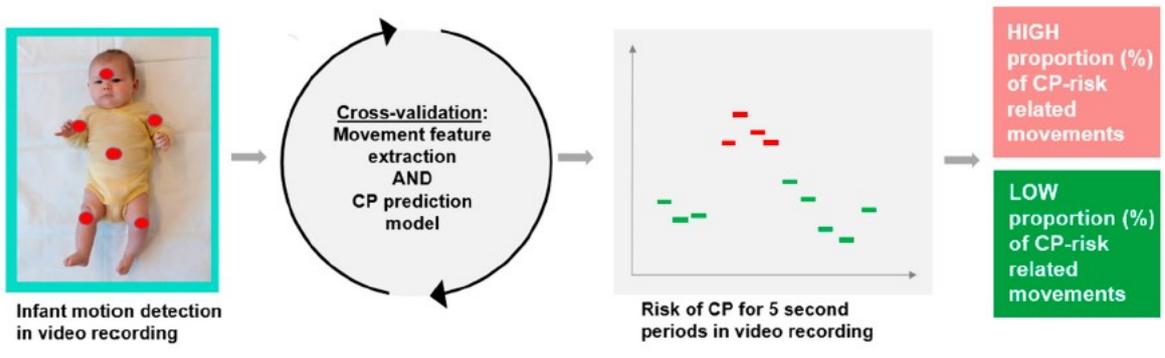


Figure 7. Modèle CIMA (Ihlen et al. 2020)

2.4 Freins de mise en place

2.4.1 Formations et informations des professionnels

Les formations à la GMA sont au nombre de 2 en France. Elles concernent les médecins pédiatres et néonatalogistes, les équipes soignantes de néonatalogie, de CAMSP et de PMI, les psychomotriciens et les kinésithérapeutes.

La première formation a eu lieu à Lille avec Hadders Algra à partir de 2000 et a duré 4 ans mais faute de participants, elle s'est arrêtée. Elle a repris fin 2017. Elle concernait uniquement 18 professionnels et portait donc sur la méthode d'Hadders Algra. Cette formation s'étale sur 2 jours et coûte 400€. Depuis d'autres formations à cette méthode ont eu lieu dans d'autres villes comme Paris. Elles sont dispensées par Roger Vasseur et Christine Vassel via l'institut Bobath France.

Du côté de la formation à la méthode Precht par la *GM Trust*, une seule formation a lieu à Nîmes depuis 2019. Les formateurs sont les experts italiens Fabrizio Ferrari et Vittorio Belmonti, accompagnés de 2 kinésithérapeutes italiennes du CHU de Modène : Natascia Bertoncelli et Laura Lucaccioni. Cette formation est divisée en 2 stages de formation : un cours niveau basique et un cours de niveau avancé. A chaque fin de stage, un test est à réaliser afin de passer au cours de niveau supérieur ou d'obtenir la certification. Le premier stage est en français mais le second est uniquement en anglais ce qui empêche la prise en compte par l'agence du DPC (Développement Professionnel Continu). Le coût de la formation est de 800€ par stage de formation. Concernant la difficulté, aucun des participants n'a obtenu le cours avancé lors de la session d'octobre 2020. Du côté de la validité de la formation, une étude (Valentin et al, 2005) sur 700 professionnels formés par la *GM Trust* entre 1997 et 2002 a montré que 83% des évaluations étaient correctes suite à un stage de formation (et 89% suite à un second stage), ces pourcentages augmentant par la suite au fur et à mesure des années d'expérience. Elle a obtenu une validité de 92% pour la discrimination correcte entre les GMs « normaux » et les GMs « anormaux », sans préciser toutefois les sous-catégories de mouvements anormaux.

Si nous nous focalisons sur l'information auprès des professionnels de santé et plus précisément des kinésithérapeutes, le contenu des programmes en formation initiale, et par conséquent le contenu du module de pédiatrie, n'a été modifié que 2 fois par le passé depuis 1946 : une première fois avec la réforme de 1989 puis en 2015 avec la

réforme pour l'universitarisation de la profession (Boisnard, 2015). Ainsi, si toutefois les enseignants y sont formés ou du moins sensibilisés, les GMs sont évoqués en formation initiale dans les instituts depuis seulement 3 ans. A fortiori les GMs étaient alors inconnus pour les jeunes diplômés. L'examen clinique du bébé en France a été largement influencé et a évolué grâce au kinésithérapeute Michel Le Métayer et son bilan paru en 1989 dans lequel il inclut la motricité spontanée (cf. Annexe IX). Cette motricité est évaluée selon 3 critères qui sont : « la qualité du maintien antigravitaire, la sélectivité et la synchronisation des segments des membres dans les mouvements » (Le Métayer, 2009). Le Métayer a consacré une grande partie de sa vie à promouvoir et à améliorer les pratiques rééducatives autour de la PC et ainsi informer et former les kinésithérapeutes français. Il est notamment à l'origine de la définition des Niveaux d'Évolution Motrice (NEM), outil majeur de la rééducation neurologique à l'heure actuelle.

Les revues d'informations pour la profession comme KinéActualité ou KinéScientifique n'évoquent, par ailleurs, pas la GMA. Après une recherche effectuée en Mars 2020 sur les bases de données des 2 revues évoquées, le constat est le suivant :

- Aucun article n'est apparu lorsque la recherche est effectuée avec comme mot clé « mouvements généraux », en revanche 2 articles ont été trouvés avec la recherche « motricité spontanée »
- Le premier article de 2014 traite de la motricité du nourrisson et de son évaluation : « Comprendre et évaluer la motricité dans le développement de l'enfant » de P. Toullet. Il vient présenter les 3 types de motricité, à savoir la motricité spontanée, provoquée et dirigée. Il évoque également les états physiologiques de Prechtl. En réalité, Toullet reprend le bilan de Le Métayer.
- Le second article, de 2014 lui aussi, vient détailler la posture et l'activité motrice spontanée chez le nourrisson pathologique sans toutefois évoquer la GMA et les GMs : « Signes d'alerte et identification des anomalies motrices de l'enfant en début de vie » de I. Menier et E. Soulier.

2.4.2 Biais dans les premières études

Les premières études comportent un nombre important de biais. Tout d'abord, la totalité des études sur les GMs antérieures à 2003 a été effectuée soit en Italie soit aux Pays-Bas, ce qui limite la généralisation à la population mondiale étant donné que seuls les prématurités et nourrissons de 2 pays ont été observés. Par ailleurs, ces études ont été

menées par des chercheurs affiliés à Prechtl ou par Prechtl lui-même (Burger et Louw, 2008). En plus d'être les initiateurs de la GMA, ils avaient des années d'expériences derrière eux et par conséquent cela rendait les résultats de leurs études non transférables à la pratique clinique avec des évaluateurs moins expérimentés. Il faudra attendre 2003 et l'étude slovène de Seme-Ciglenečki pour avoir une étude indépendante du groupe de Prechtl et 2004 pour avoir une étude sur des nouveau-nés non-européens (étude brésilien de Gracia et al.).

Certaines études utilisent également les mêmes échantillons de sujets. C'est le cas pour l'étude de Ferrari, Cioni et Prechtl de 1990 qui utilise l'échantillon de 24 prématurés de Cioni et Prechtl de 1990. Le nombre de sujets étudiés dans la plupart des études reste peu élevé (entre 10 et 30 cas), jusqu'à 1997 et l'étude sur 130 enfants publiée dans The Lancet. Il faudra attendre 2008 et l'étude de Roméo et al. sur 903 prématurés pour obtenir un large échantillon.

Il existe aussi un biais de sélection. La plupart des études ont sélectionné des enfants prématurés à très haut risque et présentent donc des prévalences de PC jusqu'à 30% (Snider et al., 2008).

Aucune étude n'a été réalisée en double aveugle. Les experts évaluateurs connaissaient l'histoire du nourrisson et les éventuels facteurs de risque de PC.

Il faut recontextualiser l'époque également. Si les enregistrements vidéo sont aujourd'hui de très bonne qualité et facilement réalisables avec le moindre smartphone, en 1990 une caméra ou caméscope étaient très onéreux et nécessitaient du matériel adapté pour lire les vidéos de basse qualité.

2.4.3 Un retard français dans la prise en charge de la paralysie cérébrale ?

Aucune recommandation française n'existe à ce jour au sujet de l'identification de la PC. Le diagnostic n'est que rarement posé avant l'âge de 2 ans. Il se fait à l'arrivée d'un retard développemental : bien que les nourrissons à risque soient surveillés, l'IRM n'est pas systématique et le diagnostic n'est donc posé que tardivement. Mais ce retard diagnostique n'empêche en rien la prise en charge de l'enfant. Dans un article paru en 2019 sur le site de l'Ordre national des masso-kinésithérapeutes, Audrey Fontaine déclare : « aujourd'hui, dès qu'un trouble du neuro-développement est suspecté et même si aucun

diagnostic de paralysie cérébrale ou autre pathologie n'est encore posé, des séances de rééducation sont prescrites (kinésithérapie et/ou psychomotricité) ».

La prise en charge, de son côté, a grandement évolué au fur et à mesure des découvertes, notamment du côté de la prévention chez les prématurés avec l'utilisation de l'hypothermie, du peau-à-peau ou encore l'instauration depuis une vingtaine d'année des soins NIDCAP (*Neonatal Individualized Developmental Care Assessment Program*).

Au niveau de la rééducation, il existe de nombreuses techniques ou concept. Bien évidemment chaque thérapeute utilise la technique qui lui correspond. L'enquête ESPaCe (Bodorio et al., 2018) pointe du doigt la désorganisation et le manque de consensus sur la question. Certains kinésithérapeutes ne sont pas formés et prennent tout de même en charge des patients atteints d'une PC du fait de l'isolement géographique. L'enquête propose 8 axes à améliorer :

- « La prééminence des prises en charge par des kinésithérapeutes libéraux, souvent perçus comme isolés et non formés à la rééducation des personnes atteintes de paralysie cérébrale ;
- L'absence de modulation de la rééducation selon les besoins, ressentis ou avérés (âge, sévérité du handicap), de la personne ;
- La trop faible aide aux adultes sévèrement handicapés (non marchant) ;
- L'existence de douleurs, dans 70 % des cas, non évaluées et non prises en charge ;
- Une prise en compte insuffisante des troubles associés et des rééducations nécessaires (ergothérapie, orthophonie) ;
- Une discontinuité dans les prises en charge au cours de la vie ;
- Une accessibilité à la rééducation inégale sur le territoire ;
- L'importance des relations humaines et d'un projet coordonné de soins. »

Ce constat a permis de déclencher une procédure pour l'élaboration de recommandations par la HAS pour la rééducation de la PC chez les adultes et les enfants âgés de plus de 2 ans. Pour les enfants de moins de 2 ans, s'il est à risque dès la naissance, il sera inclus dans des réseaux de soins comme le réseau du bébé vulnérable.

Discussion

Au final, l'historique nous fournit des éléments de réponses expliquant la sous-utilisation de la GMA en France. Tout d'abord, d'un point de vue temporel, l'histoire de l'examen du nouveau-né ainsi que de la neurologie du développement n'est que très récente puisque datant d'une soixantaine d'années, comparée à l'histoire de la médecine et de la neurologie qui prend ces racines dans l'Antiquité. La France fait partie des précurseurs avec le premier examen neurologique de SSA. Dargassies et A. Thomas en 1952 et a continué avec ces bases et les travaux de C. Amiel Tison. La neuropédiatrie française s'est consacrée à cet examen et n'a, volontairement ou involontairement, pas laissé de place pour d'autres courants de pensées apportant d'autres examens. Les travaux de Le Metayer sur la motricité spontanée ont permis aux praticiens français d'avoir un nouveau regard sur l'importance des mouvements d'un bébé. En ce qui concerne l'histoire propre de la GMA, le point de départ réel de la méthode se situe en 1997 avec la publication dans *The Lancet* ainsi que la création de l'organisme de formation *GM Trust*, soit tout juste une vingtaine d'années. Outre les biais évoqués dans les premières études, il est à noter qu'aucune étude française sur le sujet n'a pour l'instant été publiée. Seul 2 groupes se sont emparés de la méthode, à Nîmes et à Lille. Il faut également souligner un manque de communication autour de la méthode, entraînant ou étant entraînée par un manque d'engouement des professionnels pour les GMs. A cela s'ajoute la division au sein de la méthode elle-même avec d'un côté Hadders Algra et de l'autre Prechtl. D'après une revue systématique (Kwong et al., 2018), la méthode Prechtl a fait l'objet d'un nombre supérieur d'études scientifiques comparé à la méthode Hadders Algra et cette dernière obtient une valeur prédictive pour la PC à la période *fidgety* inférieure à la méthode Prechtl.

Quel impact sur notre pratique actuelle ? Toutes les études, quel que soit les résultats, s'accordent sur un point : les avantages de la GMA. Le premier est le coût. En effet, comparée au coût d'une imagerie cérébrale de l'ordre de la centaine d'euros, la réalisation d'une vidéo et son analyse engendre moins de frais. A titre d'exemple, on peut s'imaginer qu'un examen des GMs aurait une cotation semblable à ce qui existe pour le bilan neuromusculaire chez les kinésithérapeutes, soit 43 euros. L'avantage économique n'est pas le seul à souligner, la facilité de mise en œuvre de l'évaluation ainsi que sa durée (5 à 10 minutes d'enregistrement optimal sont suffisantes pour l'analyse) sont toutes aussi

importantes. La GMA se situe à un âge précoce où très peu d'examens sont disponibles. Cet examen ne requiert aucune manipulation ou manœuvre provoquée sur le nouveau-né, ce qui est un atout notamment pour les prématurés où les examens sont sources de stress supplémentaire. De plus, avec l'exemple australien et leur application, le praticien peut directement recevoir la vidéo réalisée par les parents pour évaluer les GMs, ce qui, à l'heure actuelle, ouvre une possibilité de télésoin non négligeable. Il est facile d'imaginer que ses avantages seront d'autant plus grands avec le développement de l'analyse par ordinateur.

Si toutefois, l'ensemble des professionnels de santé travaillant avec des nouveau-nés doit pouvoir reconnaître des mouvements anormaux, les kinésithérapeutes pédiatriques ont un rôle à jouer. La GMA rentre dans le champ de compétence du kinésithérapeute : c'est une observation visuelle des mouvements du nouveau-né, ce qui se rapporte à un examen du sujet, base de la plupart des bilans en kinésithérapie. C'est un outil diagnostique et le masseur-kinésithérapeute n'est pas habilité à produire un diagnostic. Néanmoins, avec le pacte de refondation des urgences présenté en septembre 2019 qui prévoit l'accès direct au kinésithérapeute pour les lombalgies aiguës et les entorses de la cheville, le contexte actuel semble favorable.

Deux points sont à aborder dans cette discussion : la faisabilité clinique et la fiabilité inter et intra-observateur. Ces 2 éléments sont essentiels à la pratique de la GMA. En ce qui concerne la faisabilité clinique, une étude norvégienne (Øberg et al., 2015) arrive à la conclusion que la GMA fournit des prédictions de déficience neurodéveloppementale à l'âge de 2 ans avec une sensibilité et une spécificité qui sont tout aussi élevées lorsque l'évaluation est faite dans la pratique clinique courante. Ils précisent que la GMA doit être utilisée comme un outil supplémentaire à la pratique actuelle et non isolément. Par ailleurs, l'étude a décidé de faire évaluer les GMs par 2 thérapeutes et non un seul car certains cas cliniques sont difficiles à catégoriser, ce n'est pas aussi simple et clair que les exemples utilisés pour la formation. Une étude suisse (Datta et al., 2017) conclue que la GMA est un outil valable en pratique clinique mais moins puissant qu'annoncé dans les études car elle obtient une sensibilité moindre, essentiellement due à l'expérience moins importante des praticiens en clinique comparée à celle des experts du *GM Trust*.

Du côté de la fiabilité, dans une revue de 1997 (Einspieler et al.) l'équipe de Prechtl a fait un état des lieux des études publiées entre 1990 et 1997 sur l'accord inter-

observateur. Les pourcentages d'accord se situent entre 78 et 98% en moyenne. Elle précise que les scores obtenus avec un accord inférieur à 75% sont sur des cas où l'enregistrement est de mauvaise qualité (séquences trop courtes et procédure d'enregistrement non optimale). Une étude plus récente (Fjørtoft et al., 2009) compare les résultats obtenus par 4 observateurs sur 24 enfants. Sur le score d'optimalité motrice et les mouvements *fidgety*, les accords inter-observateurs sont élevés (coefficient de 0.87 pour le score d'optimalité et entre 0.75 et 0.91 pour les *fidgety*). En revanche, sur les autres sous-catégories (répertoire moteur, posture, caractère global du mouvement et qualité du mouvement) les coefficients d'accord inter-évaluateur varient entre 0.39 et 0.84 avec en moyenne un coefficient supérieur à 0.5. Ainsi, pour des nouveau-nés ayant un âge corrigé inférieur à 6/8 semaines, l'accord inter-évaluateur est modéré.

Comme tout examen, la GMA n'est pas un outil fiable à 100%. De par l'action de la plasticité cérébrale ainsi que le moment d'apparition des lésions, la GMA peut engendrer des faux positifs. Il faut donc rester prudent face à des cas où une PC est fortement suspectée. Le diagnostic de PC peut être traumatisant pour les parents. Toutefois, d'après une étude sur la perception des parents face à un diagnostic de PC (Baird et al., 2000) plusieurs points sont à relever : plus de 40% des mères sont en colère quant au délai entre les premiers signes qui les ont alertés et le diagnostic, plus le diagnostic est tardif et plus les parents sont insatisfaits et les parents sont demandeurs d'informations claires et précises. La GMA permet d'alerter sur la situation et cela doit être pris en compte afin de prendre en charge cet enfant même si son évolution sera à terme plus favorable qu'il n'était prédit au départ. Les parents doivent être mis au courant de ce que révèle la GMA mais aussi du caractère évolutif de la situation. Malgré des valeurs prédictives ainsi qu'une sensibilité et une spécificité élevées (supérieures à 90%), les recommandations internationales et notamment celles de Novak et al. en Australie (2017) préconisent de combiner la GMA à l'IRM pour le diagnostic de PC avant 5 mois. Si l'IRM n'est pas faisable pour quelconques raisons, ils recommandent d'utiliser un examen clinique tel que l'échelle d'Hammersmith. Cette utilisation avec d'autres examens permet d'affiner le diagnostic et de rendre minime le pourcentage d'erreur.

Du côté des limites, il est nécessaire d'évoquer nos hypothèses. Aucun article n'a recherché et n'expose les freins à l'utilisation de la GMA en France. Nous avons donc émis des hypothèses que nous sommes allés valider ou au contraire invalider en fonction du résultat de nos recherches. Néanmoins, nous n'avons pas pu émettre et aller vérifier toutes

les hypothèses possibles autour de ce sujet. De plus, nous nous sommes basés sur la littérature pour expliquer la sous-utilisation de la GMA et celle-ci apporte des réponses mais les GMs ne sont pas utilisés sur le terrain et une enquête de terrain amènerait à coup sûr d'autres éléments dont nous n'avons pas conscience. Ce travail de recherche repose sur un certain nombre d'articles avec lesquels nous avons retracé un historique dans les grandes lignes mais nous n'avons évidemment pas pu prendre connaissance de la totalité des articles sur le sujet. Enfin, si nous avons commencé ce mémoire en étant le plus objectif possible, nous avons pu être influencé par nos opinions et nos avis suite à nos lectures ou en dialoguant du sujet avec des professionnels de santé.

Conclusion

Dans la dynamique scientifique contemporaine où nous cherchons constamment à améliorer les prises en charge, la GMA est un outil qui y trouve sa place. Elle est un des rares examens permettant une détection précoce de PC avant 5 mois de vie avec des valeurs prédictives supérieures à 90%. Comme tout outil diagnostique, l'évaluation des GMs n'est pas parfaite malgré ces nombreux atouts : elle compte certaines limites et c'est pour ces raisons que les recommandations internationales vont dans le sens d'une utilisation couplée à l'IRM ou le HINE.

Prechtl et ses collaborateurs ont mis une vingtaine d'années à développer leur méthode avant que des chercheurs d'autres nationalités ne s'intéressent à la GMA au début des années 2000. Après un début fébrile dans ces années-là à Lille, certains professionnels sont aujourd'hui formés en France et commencent à l'utiliser. L'histoire de la GMA n'est au final que récente et la neuropédiatrie française n'a pas encore intégré cet outil dans ses prises en charge. Utilisée par les physiothérapeutes à l'étranger et notamment dans les pays anglo-saxons, les kinésithérapeutes semblent les plus à même d'avoir les compétences et les connaissances requises à la pratique de la GMA dans les années futures.

Pour conclure cet historique, il est important d'évoquer le fait que la GMA ne se limite pas seulement à l'identification de la PC chez les prématurés à risque. L'étude de Van Iersel et al. (2016) indique que la GMA est également utile chez les enfants nés à terme avec un risque faible à modéré de PC identifié, dû à une naissance difficile. De plus, il est aujourd'hui reconnu qu'il y a une modification des GMs dès qu'il y a une altération de système nerveux central (Einspieler et al., 2014). Les troubles du neurodéveloppement, tous confondus, touchent entre 5 et 15% des enfants âgés de moins de 17 ans selon la HAS (2020). Au vue de ces chiffres, la GMA pourrait s'avérer pertinente sur une population large de nouveau-nés et ainsi répondre à un objectif de santé publique.

Bibliographie

- Adde, L., Helbostad, J. L., Jensenius, A. R., Langaas, M., & Støen, R. (2013). Identification of fidgety movements and prediction of CP by the use of computer-based video analysis is more accurate when based on two video recordings. *Physiotherapy Theory and Practice*, 29(6), 469-475. <https://doi.org/10.3109/09593985.2012.757404>
- Adde, L., Helbostad, J. L., Jensenius, A. R., Taraldsen, G., & Støen, R. (2009). Using computer-based video analysis in the study of fidgety movements. *Early Human Development*, 85(9), 541-547. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2009.05.003>
- Adde, L., Thomas, N., John, H. B., Oommen, S., Vågen, R. T., Fjørtoft, T., Jensenius, A. R., & Støen, R. (2016). Early motor repertoire in very low birth weight infants in India is associated with motor development at one year. *European Journal of Paediatric Neurology*, 20(6), 918-924. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2016.07.019>
- Amiel-Tison, C. (2008). Bases physiopathologiques et description de l'examen neuromoteur du nouveau-né et du jeune enfant. *Cahiers de PréAut*, 5(1), 97. <https://doi.org/10.3917/capre.005.0097>
- Ancel, P.-Y., Goffinet, F., Kuhn, P., Langer, B., Matis, J., Hernandorena, X., Chabanier, P., Joly-Pedespan, L., Lecomte, B., Vendittelli, F., Dreyfus, M., Guillois, B., Burguet, A., Sagot, P., Sizun, J., Beuchée, A., Rouget, F., Favreau, A., Saliba, E.,... Kaminski, M. (2015). Survival and Morbidity of Preterm Children Born at 22 Through 34 Weeks' Gestation in France in 2011. *JAMA Pediatrics*, 169(3), 230. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2014.3351>
- Andrieu, B. (2002). Naissance de la sémiologie neuroclinique du prématuré et nouveau-né à terme entre 1943-1954 dans l'œuvre de Suzanne Saint-Anne Dargassies. *Devenir*, 14(1), 57. <https://doi.org/10.3917/dev.021.0057>
- Baird, G., McConachie, H., Scrutton, D. (2000). Parents' perceptions of disclosure of the diagnosis of cerebral palsy. *Archives of Disease in Childhood*, 83(6), 475-480. <https://doi.org/10.1136/adc.83.6.475>

- Belmonti, V., & Cioni, G. (2014). La motricité spontanée du nouveau-né comme outil diagnostique et son rôle dans la prise en charge précoce. *Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie du Développement*, 35(4), 118-128.
<https://doi.org/10.1016/j.motcer.2014.10.001>
- Berge, P. R., Adde, L., Espinosa, G., & Stavdahl, Ø. (2008). ENIGMA—enhanced interactive general movement assessment. *Expert systems with applications*, 34(4), 2664-2672. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.05.024>
- Bodoria, M., Bérard, E., Gautheron, V., Guenier, A.-C., Desguerre, I., Toullet, P., Boivin, J., Drewnoski, G., De La Cruz, J., & Brochard, S. (2018). Origine, fondements rationnels et gouvernance de ESPaCe (Enquête Satisfaction Paralysie Cérébrale) : enquête nationale sur les besoins perçus et priorités d'amélioration en rééducation motrice rapportés par les personnes atteintes de paralysie cérébrale et leur famille. *Motricité Cérébrale*, 39(2), 44-52. <https://doi.org/10.1016/j.motcer.2018.03.002>
- Boisnard, C. (2015). Réforme de la formation en kinésithérapie : évolution du statut des étudiants et de leur participation à la formation ! *Kinésithérapie, la Revue*, 15(167), 65-68. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2015.09.036>
- Bosanquet, M., Copeland, L., Ware, R., & Boyd, R. (2013). A systematic review of tests to predict cerebral palsy in young children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(5), 418-426. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12140>
- Bourg, V. (2011). Prise en charge de la paralysie cérébrale et filière de soins. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 54, e189.
<https://doi.org/10.1016/j.rehab.2011.07.418>
- Burger, M., Frieg, A., & Louw, Q. A. (2011). General movements as a predictive tool of the neurological outcome in very low and extremely low birth weight infants — A South African perspective. *Early Human Development*, 87(4), 303-308.
<https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2011.01.034>
- Cans, C. (2005). Épidémiologie de la paralysie cérébrale (« cerebral palsy » ou cp). *Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie du Développement*, 26(2), 51-58.
[https://doi.org/10.1016/s0245-5919\(05\)81666-8](https://doi.org/10.1016/s0245-5919(05)81666-8)
- Craciunoiu, O., & Holsti, L. (2016). A Systematic Review of the Predictive Validity of Neurobehavioral Assessments During the Preterm Period. *Physical & Occupational*

Therapy In Pediatrics, 37(3), 292-307.

<https://doi.org/10.1080/01942638.2016.1185501>

- Darsaklis, V., Snider, L. M., Majnemer, A., & Mazer, B. (2011). Predictive validity of Prechtl's method on the qualitative assessment of general movements: a systematic review of the evidence. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 53(10), 896-906. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2011.04017.x>
- Datta, A. N., Furrer, M. A., Bernhardt, I., Hüppi, P. S., Borradori-Tolsa, C., Bucher, H. U., Latal, B., Grunt, S., & Natalucci, G. (2017). Fidgety movements in infants born very preterm : predictive value for cerebral palsy in a clinical multicentre setting. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 59(6), 618-624. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13386>
- Dubowitz, L., Ricciw, D., & Mercuri, E. (2005). The Dubowitz neurological examination of the full-term newborn. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 11(1), 52-60. <https://doi.org/10.1002/mrdd.20048>
- Editorial Board. (1977). *Early Human Development*, 1(1), ii. [https://doi.org/10.1016/0378-3782\(77\)90023-8](https://doi.org/10.1016/0378-3782(77)90023-8)
- Einspieler, C., Bos, A. F., Kriebler-Tomantschger, M., Alvarado, E., Barbosa, V. M., Bertoncelli, N., Burger, M., Chorna, O., Del Secco, S., DeRegnier, R. A., Hüning, B., Ko, J., Lucaccioni, L., Maeda, T., Marchi, V., Martín, E., Morgan, C., Mutlu, A., Nogolová, A.,... Marschik, P. B. (2019). Cerebral Palsy : Early Markers of Clinical Phenotype and Functional Outcome. *Journal of Clinical Medicine*, 8(10), 1616. <https://doi.org/10.3390/jcm8101616>
- Einspieler, C., Marschik, P. B., Bos, A. F., Ferrari, F., Cioni, G., & Prechtl, H. F. R. (2012). Early markers for cerebral palsy : insights from the assessment of general movements. *Future Neurology*, 7(6), 709-717. <https://doi.org/10.2217/fnl.12.60>
- Einspieler, C., Marschik, P. B., Bos, A. F., Ferrari, F., & Cioni, G. (2014). Heinz F. R. Prechtl, 1927-2014 crossing the borders. *Developmental Psychobiology*, 56(7), 1609-1611. <https://doi.org/10.1002/dev.21255>
- Einspieler, C., Marschik, P. B., Pansy, J., Scheuchenegger, A., Kriebler, M., Yang, H., Kornacka, M. K., Rowinska, E., Soloveichick, M., & Bos, A. F. (2015). The general movement optimality score : a detailed assessment of general movements

during preterm and term age. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 58(4), 361-368. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12923>

Einspieler, C., & Prechtl, H. F. R. (2005). Prechtl's assessment of general movements : A diagnostic tool for the functional assessment of the young nervous system. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 11(1), 61-67. <https://doi.org/10.1002/mrdd.20051>

Einspieler, C., Prechtl, H. F. R., Ferrari, F., Cioni, G., & Bos, A. F. (1997). The qualitative assessment of general movements in preterm, term and young infants — review of the methodology. *Early Human Development*, 50(1), 47-60. [https://doi.org/10.1016/s0378-3782\(97\)00092-3](https://doi.org/10.1016/s0378-3782(97)00092-3)

Einspieler, C., Sigafos, J., Bartl-Pokorny, K. D., Landa, R., Marschik, P. B., & Bölte, S. (2014). Highlighting the first 5 months of life : General movements in infants later diagnosed with autism spectrum disorder or Rett syndrome. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 8(3), 286-291. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2013.12.013>

Etats-Unis d'Amérique - Education of the Handicapped Act Amendments of 1986. Public Law 99-457 (S. 2294). (1986). Organisation Internationale du Travail. http://ilo.org/dyn/natlex/natlex4.detail?p_lang=fr&p_isn=2944&p_count=97608

Ferrari, F., Cioni, G., & Prechtl, H. F. R. (1990). Qualitative changes of general movements in preterm infants with brain lesions. *Early Human Development*, 23(3), 193-231. [https://doi.org/10.1016/0378-3782\(90\)90013-9](https://doi.org/10.1016/0378-3782(90)90013-9)

Fjørtoft, T., Einspieler, C., Adde, L., & Strand, L. I. (2009). Inter-observer reliability of the “Assessment of Motor Repertoire — 3 to 5 Months” based on video recordings of infants. *Early Human Development*, 85(5), 297-302. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2008.12.001>

Fondation Paralysie Cérébrale. (2017, décembre). *La Fondation Paralysie Cérébrale : Seul acteur français de la recherche sur la Paralysie Cérébrale.* <https://www.fondationparalysiecerebrale.org/sites/default/files/inline-files/Dossier%20de%20presse%20La%20Fondation%20Paralysie%20Ce%CC%81re%CC%81brale%20VF%20-%20dec%202017.pdf>

Fondation Paralysie Cérébrale. (2019, février). *La paralysie cérébrale inscrite au programme de travail 2019 de la Haute Autorité de Santé.*

https://fondationparalysiecerebrale.org/sites/default/files/inline-files/CP%20HAS%20%20-%20VF_0.pdf

- Hadders-Algra, M. (2003). Motricité spontanée normale et pathologique du jeune nourrisson. *Enfance*, 55(1), 13. <https://doi.org/10.3917/enf.551.0013>
- Hadders-Algra, M. (2004). General movements : a window for early identification of children at high risk for developmental disorders. *The Journal of Pediatrics*, 145(2), S12-S18. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2004.05.017>
- Hadders-Algra, M. (2014). Early Diagnosis and Early Intervention in Cerebral Palsy. *Frontiers in Neurology*, 5, 185. <https://doi.org/10.3389/fneur.2014.00185>
- Hadders-Algra, M. (2017). Neural substrate and clinical significance of general movements : an update. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 60(1), 39-46. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13540>
- Hadders-Algra, M., & Groothuis, A. M. C. (1999). Quality of general movements in infancy is related to neurological dysfunction, ADHD, and aggressive behaviour. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 41(6), 381-391. <https://doi.org/10.1017/s0012162299000845>
- Hadders-Algra, M., Nieuwendijk, A. W. J. K. -, Maitijn, A., & Eykern, L. A. (1997). Assessment of general movements : towards a better understanding of a sensitive method to evaluate brain function in young infants. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 39(2), 88-98. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1997.tb07390.x>
- Hadders-Algra, M., & Prechtl, H. F. R. (1992). Developmental course of general movements in early infancy. I. Descriptive analysis of change in form. *Early Human Development*, 28(3), 201-213. [https://doi.org/10.1016/0378-3782\(92\)90167-f](https://doi.org/10.1016/0378-3782(92)90167-f)
- Haute Autorité de Santé. (2013, avril). *Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique*. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf
- Haute Autorité de Santé (2014, octobre). *Recommandations de bonnes pratiques : Comportements perturbateurs chez les personnes ayant des lésions cérébrales*

acquises avant l'âge de 2 ans : prévention et prise en charge. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2014-12/12irp_recommandations_psychotrope_01-12-14.pdf

Haute Autorité de Santé. (2020, février). *Troubles du neurodéveloppement - Repérage et orientation des enfants à risque.* https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2020-03/reco299_argumentaire_reperage_tnd_mel_v2.pdf

Haute Autorité de Santé (2020, mars). *Note de cadrage : Rééducation et réadaptation de la fonction motrice des personnes porteuses de paralysie cérébrale.* https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2020-03/reco355_cadrage_paralysie_cerebrale_coi_2020_03_23_7.pdf

Ihlen, E. A. F., Støen, R., Boswell, L., de Regnier, R.-A., Fjørtoft, T., Gaebler-Spira, D., Labori, C., Loennecken, M. C., Msall, M. E., Möinichen, U. I., Peyton, C., Schreiber, M. D., Silberg, I. E., Songstad, N. T., Vågen, R. T., Øberg, G. K., & Adde, L. (2019). Machine Learning of Infant Spontaneous Movements for the Early Prediction of Cerebral Palsy : A Multi-Site Cohort Study. *Journal of Clinical Medicine*, 9(1), 5. <https://doi.org/10.3390/jcm9010005>

Inserm. *Données internationales de prévalence.*

<http://www.ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/143/?sequence=7>

Inserm. (2014). *Les grandes avancées - Néonatalogie : 50 ans pour passer de rien à... presque tout / Histoire de l'Inserm.* <https://histoire.inserm.fr/de-l-inh-a-l-inserm/50-ans-de-l-inserm/les-grandes-avancees/neonatalogie-50-ans-pour-passer-de-rien-a-presque-tout>

Irwin, O. C. (1932). The distribution of the amount of motility in young infants between two nursing periods. *Journal of Comparative Psychology*, 14(3), 429-445. <https://doi.org/10.1037/h0074976>

Jeliu, G. (1983). Les capacités du nouveau-né et le rôle de parent. *Santé mentale au Québec*, 8(2), 55-60. <https://doi.org/10.7202/030182ar>

Kwong, A. K. L., Fitzgerald, T. L., Doyle, L. W., Cheong, J. L. Y., & Spittle, A. J. (2018). Predictive validity of spontaneous early infant movement for later cerebral palsy : a

- systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 60(5), 480-489.
<https://doi.org/10.1111/dmcn.13697>
- Le Métayer, M. (2009). Bilan cérébromoteur du jeune enfant. *EMC - Kinésithérapie - Médecine physique - Réadaptation*, 5(3), 1-31. [https://doi.org/10.1016/s1283-0887\(09\)43935-5](https://doi.org/10.1016/s1283-0887(09)43935-5)
- Little, W. J. (1969). On The Influence of Abnormal Parturition, Difficult Labours, Premature Birth, and Asphyxia Neonatorum, on the Mental and Physical Condition of the Child, Especially in Relation to Deformities. *Archives of Neurology*, 20(2), 218-224. <https://doi.org/10.1001/archneur.1969.00480080118015>
- Marret, S., Vanhulle, C., & Laquerriere, A. (2013). Pathophysiology of cerebral palsy. In *Handbook of clinical neurology* (Vol. 111, pp. 169-176). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/b978-0-444-52891-9.00016-6>
- Menier I., & Soulier E. (2014). Signes d'alerte et identification des anomalies motrices de l'enfant en début de vie. *Kinésithérapie Scientifique 2014;558:13-20*
- Molnár, Z., & Brown, R. E. (2010). Insights into the life and work of Sir Charles Sherrington. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(6), 429-436.
<https://doi.org/10.1038/nrn2835>
- Mouvements fœtaux*. (2015, juin). Campus National de Gynécologie Obstétrique.
[http://campus.cerimes.fr/media/disquemiroir/2015-06-09/UNF3Smiroir/campus-numeriques/gynecologie-et-obstetrique/mto/poly/14000fra.html#:~:text=Le%20f%C5%93tus%20sain%20pr%C3%A9sente%20des,30%20%C3%A0%2040%20%25%20du%20temps.&text=Il%20est%20juste%20le%20reflet,\(attitude%20normale%20au%20repos\)](http://campus.cerimes.fr/media/disquemiroir/2015-06-09/UNF3Smiroir/campus-numeriques/gynecologie-et-obstetrique/mto/poly/14000fra.html#:~:text=Le%20f%C5%93tus%20sain%20pr%C3%A9sente%20des,30%20%C3%A0%2040%20%25%20du%20temps.&text=Il%20est%20juste%20le%20reflet,(attitude%20normale%20au%20repos))
- Noble, Y., & Boyd, R. (2012). Neonatal assessments for the preterm infant up to 4 months corrected age: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54(2), 129-139. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2010.03903.x>
- Novak, I., Morgan, C., Adde, L., Blackman, J., Boyd, R. N., Brunstrom-Hernandez, J., Cioni, G., Damiano, D., Darrah, J., Eliasson, A.-C., de Vries, L. S., Einspieler, C., Fahey, M., Fehlings, D., Ferriero, D. M., Fethers, L., Fiori, S., Forssberg, H., Gordon, A. M.,... Badawi, N. (2017). Early, Accurate Diagnosis and Early

- Intervention in Cerebral Palsy. *JAMA Pediatrics*, 171(9), 897.
<https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2017.1689>
- Øberg, G. K., Jacobsen, B. K., & Jørgensen, L. (2015). Predictive Value of General Movement Assessment for Cerebral Palsy in Routine Clinical Practice. *Physical Therapy*, 95(11), 1489-1495. <https://doi.org/10.2522/ptj.20140429>
- Paneth, N., Hong, T., & Korzeniewski, S. (2006). The Descriptive Epidemiology of Cerebral Palsy. *Clinics in Perinatology*, 33(2), 251-267.
<https://doi.org/10.1016/j.clp.2006.03.011>
- Peyton, C., & Einspieler, C. (2018). General Movements : A Behavioral Biomarker of Later Motor and Cognitive Dysfunction in NICU Graduates. *Pediatric Annals*, 47(4), e159-e164. <https://doi.org/10.3928/19382359-20180325-01>
- Prechtl, H. F. R. (1967). Neurological sequelae of prenatal and perinatal complications. *BMJ*, 4(5582), 763-767. <https://doi.org/10.1136/bmj.4.5582.763>
- Prechtl, H. F. R. (1974). The behavioural states of the newborn infant (a review). *Brain Research*, 76(2), 185-212. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(74\)90454-5](https://doi.org/10.1016/0006-8993(74)90454-5)
- Prechtl, H. F. R. (1990). Qualitative changes of spontaneous movements in fetus and preterm infant are a marker of neurological dysfunction. *Early Human Development*, 23(3), 151-158. [https://doi.org/10.1016/0378-3782\(90\)90011-7](https://doi.org/10.1016/0378-3782(90)90011-7)
- Prechtl, H. F. R. (1997). State of the art of a new functional assessment of the young nervous system. An early predictor of cerebral palsy. *Early Human Development*, 50(1), 1-11. [https://doi.org/10.1016/s0378-3782\(97\)00088-1](https://doi.org/10.1016/s0378-3782(97)00088-1)
- Prechtl, H. F. R., Einspieler, C., Cioni, G., Bos, A. F., Ferrari, F., & Sontheimer, D. (1997). An early marker for neurological deficits after perinatal brain lesions. *The Lancet*, 349(9062), 1361-1363. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(96\)10182-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(96)10182-3)
- Prechtl, H. F. R., Fargel, J. W., Weinmann, H. M., & Bakker, H. H. (1979). Postures, Motility and Respiration of Low-risk Pre-term Infants. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 21(1), 3-27. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1979.tb01577.x>
- Prechtl, H. F. R., & Hopkins, B. (1986). Developmental transformations of spontaneous movements in early infancy. *Early Human Development*, 14(3-4), 233-238.
[https://doi.org/10.1016/0378-3782\(86\)90184-2](https://doi.org/10.1016/0378-3782(86)90184-2)

- Quelle rééducation en kinésithérapie pour la paralysie cérébrale de l'enfant ?* (2019, août). Ordre des masseurs-kinésithérapeutes.
<https://www.ordremk.fr/actualites/patients/quelle-reeducation-en-kinesitherapie-pour-la-paralysie-cerebrale-de-lenfant/>
- Ricci, E., Einspieler, C., & Craig, A. K. (2017). Feasibility of Using the General Movements Assessment of Infants in the United States. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics, 38*(3), 269-279.
<https://doi.org/10.1080/01942638.2017.1395380>
- Romeo, D. M. M., Guzzetta, A., Scoto, M., Cioni, M., Patusi, P., Mazzone, D., & Giuseppe Romeo, M. G. (2008). Early neurologic assessment in preterm-infants : Integration of traditional neurologic examination and observation of general movements. *European Journal of Paediatric Neurology, 12*(3), 183-189.
<https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2007.07.008>
- Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., Dan B. & Jacobsson, B. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl, 109*(suppl 109), 8-14.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.tb12610.x>
- Sadovsky, E., & Polishuk, W. Z. (1977). Fetal movements in utero: nature, assessment, prognostic value, timing of delivery. *Obstetrics & Gynecology, 50*(1), 49-50.
- Salle, B. L., & Vert, P. (2013). Néonatalogie : passé et présent. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine, 197*(6), 1231-1242. [https://doi.org/10.1016/s0001-4079\(19\)31497-9](https://doi.org/10.1016/s0001-4079(19)31497-9)
- Soleimani, F., Badv, R. S., Momayezi, A., Biglarian, A., & Marzban, A. (2015). General movements as a predictive tool of the neurological outcome in term born infants with hypoxic ischemic encephalopathy. *Early Human Development, 91*(8), 479-482. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2015.05.007>
- Soler, A. (2005). Historique et technique de l'échographie. Dans *L'échographie obstétricale expliquée aux parents* (p. 41-55). ERES.
- Spittle, A. J., Doyle, L. W., & Boyd, R. N. (2008). A systematic review of the clinimetric properties of neuromotor assessments for preterm infants during the first year of

life. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50(4), 254-266.

<https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.02025.x>

Spittle, A. J., Olsen, J., Kwong, A., Doyle, L. W., Marschik, P. B., Einspieler, C., & Cheong, J. L. Y. (2016). The Baby Moves prospective cohort study protocol : using a smartphone application with the General Movements Assessment to predict neurodevelopmental outcomes at age 2 years for extremely preterm or extremely low birthweight infants. *BMJ Open*, 6(10), e013446.

<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-013446>

Støen, R., Boswell, L., de Regnier, R.-A., Fjørtoft, T., Gaebler-Spira, D., Ihlen, E., Labori, C., Loennecken, M., Msall, M., Möinichen, U. I., Peyton, C., Russow, A., Schreiber, M. D., Silberg, I. E., Songstad, N. T., Vågen, R., Øberg, G. K., & Adde, L. (2019). The Predictive Accuracy of the General Movement Assessment for Cerebral Palsy : A Prospective, Observational Study of High-Risk Infants in a Clinical Follow-Up Setting. *Journal of Clinical Medicine*, 8(11), 1790.

<https://doi.org/10.3390/jcm8111790>

Surveillance of Cerebral Palsy in Europe. (2007). *The Reference and Training Manual*.

https://eu-rd-platform.jrc.ec.europa.eu/scpe/reference-and-training-manual/rtm_en

Tomantschger, I., Herrero, D., Einspieler, C., Hamamura, C., Voos, M. C., & Marschik, P. B. (2018). The general movement assessment in non-European low- and middle-income countries. *Revista de Saúde Pública*, 52, 6. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2018052000332>

Touillet P. (2014). Comprendre et évaluer la motricité dans le développement de l'enfant.

Kinésithérapie Scientifique 2014;558:5-11

URPS MK Occitanie. (2019, 24 novembre). *Evaluation des Mouvements Généraux (GMA) des nouveaux nés : signature de la convention avec l'ARS et début du projet -*

URPS MK Occitanie. https://www.urps-mk-occitanie.fr/evaluation-des-mouvements-generaux-gma-des-nouveaux-nes-signature-de-la-convention-avec-lars-et-debut-du-projet_2_125.html

URPS MK Occitanie (2020). *Formations URPS - URPS MK Occitanie*. (2020).

https://www.urps-mk-occitanie.fr/formation-a-l-evaluation-des-mouvements-generaux-9-et-12-mars-2020-a-nimes_36_58.html

Valentin, T., Uhl, K., & Einspieler, C. (2005). The effectiveness of training in Prechtl's method on the qualitative assessment of general movements. *Early Human Development*, *81*(7), 623-627. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2005.04.003>

Van Iersel, P. A. M., Bakker, S. C. M., Jonker, A. J. H., & Hadders-Algra, M. (2016). Does general movements quality in term infants predict cerebral palsy and milder forms of limited mobility at 6 years ? *Developmental Medicine & Child Neurology*, *58*(12), 1310-1316. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13228>

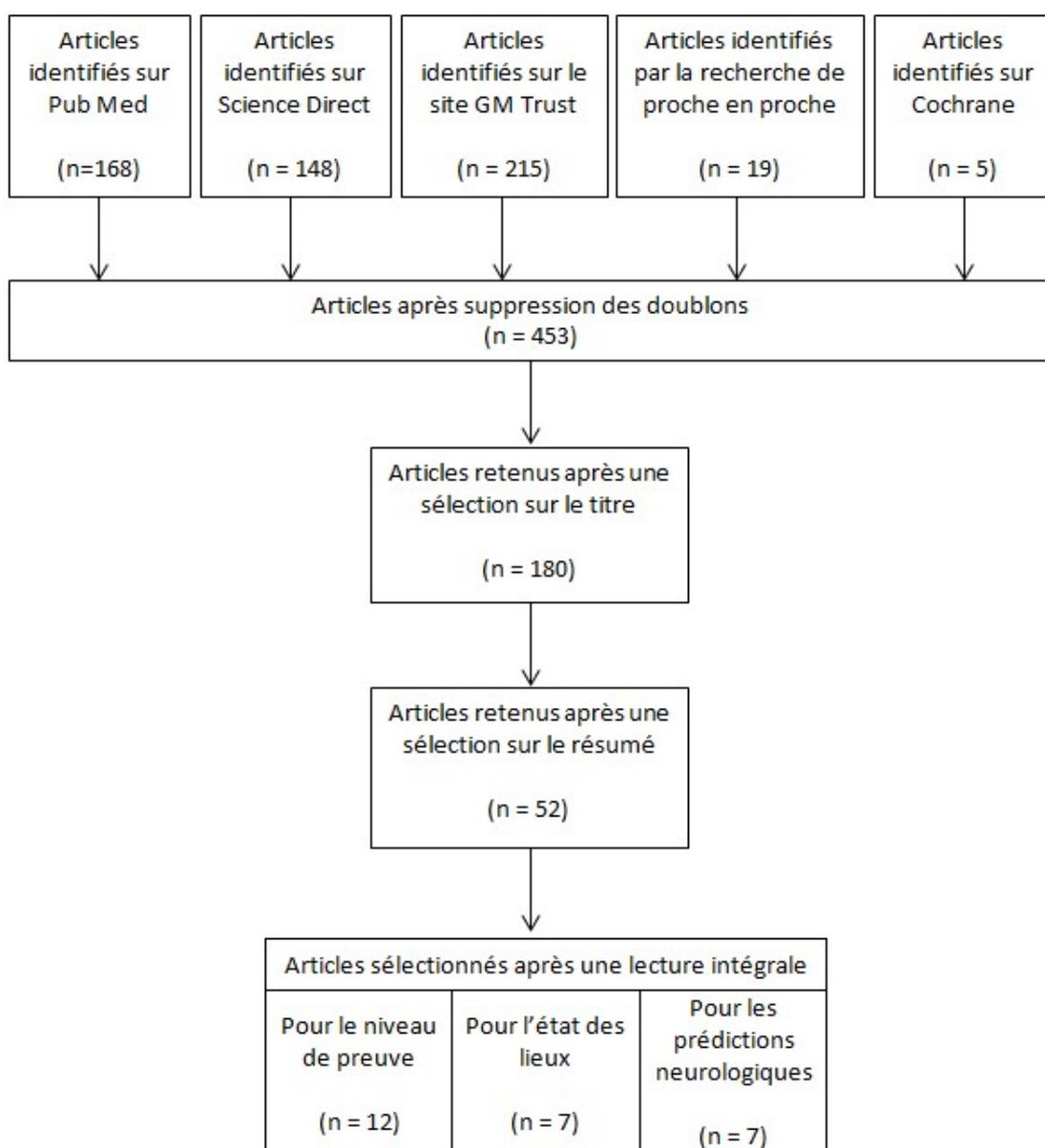
Annexes

Annexe I: Conditions d'évaluation des mouvements généraux (Hadders-Algra, 2003)

Exigence	Âge	Critères
Enregistrement vidéo	Jusqu'au terme de la gestation	Une heure d'enregistrement. Sélection de trois séquences motrices considérées comme techniquement favorables ; c'est-à-dire exécutées spontanément, étendu sur le dos, en état 4, d'une durée aussi longue que possible.
	Tous les âges	Enregistrement de 5 à 10 minutes en état 4 ; minimum exigé : 3 minutes.
État physiologique	Tous les âges	Pas de pleurs. Pas en cours de succion (d'une tétine ou du pouce). Pas d'interaction avec un adulte ou un jouet.
	Avant 36-38 sem. APM	L'analyse se fera de préférence en état 4, qui est la meilleure condition. Dans le cas où l'enfant dort, noter l'état de référence en étant conscient que le GM normal à l'état 2 (sommeil paradoxal) peut être occasionnel, soudain et a quelquefois un début synchronisé.
	Après 36-38 sem. APM	L'analyse ne se fait qu'à l'état 4.
Position	Tous les âges	La surface du support est plate et légèrement molle. Départ de l'analyse couché sur le dos. Au cas où l'enfant roule sur le côté le remettre sur le dos. S'il persiste laissez l'enfant en position latérale. À noter que la position latérale complique l'évaluation de la complexité et de la variabilité.
Habillement	Jusqu'à terme	L'enfant est nu – juste une couche.
	Après terme	En sous-vêtements. Si l'enfant ne supporte pas d'être déshabillé, on débutera l'enregistrement l'enfant habillé.
Environnement	Tous les âges	Température neutre. Éviter un haut niveau de bruit et une lumière vive.

Annexe II: Méthodologie des sous-parties 1.3, 1.4 et 1.5

Le nombre d'articles sur les mouvements généraux est relativement peu important comparé à d'autres sujets. Les recherches pour les sous-parties « 1.3 Prédiction neurologique de la GMA », « 1.4 Etat des lieux de la pratique » et « 1.5 Niveau de preuve » ont été effectués avec pour seuls mots clés « general movement » car la combinaison avec d'autres mots clés comme « cerebral palsy » ou « early diagnosis » limitait de façon trop importante le nombre d'articles trouvés (à l'exception de Science Direct où la recherche effectuée a associé « general movement » et « cerebral palsy »). La sélection suivante a ensuite été réalisée :



La sélection sur titres a permis l'élimination d'articles hors sujet, ne traitant pas des mouvements généraux ou s'en éloignant trop. La sélection sur résumé a quant à elle exclu les articles qui n'apportaient pas d'éléments de réponses sur une des 3 sous-parties : des études sur d'autres pathologies que la paralysie cérébrale ou sur les effets de diverses interventions sur les mouvements généraux, des études sur les mouvements généraux analysés par ordinateur, ... Pour le niveau de preuve, après lecture complète des articles, seules les revues et méta-analyses ont été sélectionnés.

Annexe III: Niveau de preuve ET différence de conception d'une étude en fonction de la question clinique posée (HAS, 2013)

Niveau de preuve	Description
Niveau A	Il existe une (des) méta-analyse(s) de bonne qualité ou plusieurs essais randomisés de bonne qualité dont les résultats sont cohérents. De nouvelles données ne changeront très probablement pas la confiance en l'effet estimé.
Niveau B	Il existe des preuves de qualité correcte (essais randomisés [B1] ou études prospectives ou rétrospectives [B2]) avec des résultats dans l'ensemble cohérents. De nouvelles données peuvent avoir un impact sur la confiance dans l'estimation de l'effet, et peuvent changer l'estimation.
Niveau C	Les études disponibles sont critiquables d'un point de vue méthodologique et/ou les résultats des essais ne sont pas toujours cohérents entre eux. De nouvelles données auront très probablement un impact important sur la confiance dans l'estimation de l'effet et changeront probablement l'estimation.
Niveau D	Il n'existe pas de données ou seulement des séries de cas. Il existe une forte incertitude sur l'effet estimé.

Question clinique	Type d'étude le plus adapté	Critères de jugement
Diagnostic	Étude transversale. Étude de cohorte.	Sensibilité, spécificité, nombre nécessaire de sujets à tester. Taux d'événement attendu pour un patient.
Risques	Essai contrôlé randomisé ou étude de cohorte ou étude cas-témoins.	Nombre de sujets nécessaire pour un événement indésirable.
Intervention	Revue systématique ou essais contrôlés randomisés.	Réduction du risque absolu. Nombre de sujets nécessaire à traiter.

Annexe IV: Echelle de Brazelton (Jeliu, 1983)

Echelle de Brazelton.

*Évaluation comportementale du nouveau-né. Répertoire des réactions évaluées et des manœuvres utilisées**

Durant le sommeil	1. Réaction d'habituation à la lumière 2. Réaction d'habituation au hochet 3. Réaction d'habituation à la clochette 4. Réaction d'habituation à la piqure
Durant l'état de veille	5. Réponse d'orientation aux stimuli visuels inanimés 6. Réponse d'orientation aux stimuli auditifs inanimés 7. Réponse d'orientation aux stimuli visuels animés (visage) 8. Réponse d'orientation aux stimuli auditifs animés (voix) 9. Réponse d'orientation aux stimuli visuels et auditifs animés (visage et voix) 10. Évaluation de l'état d'éveil alerte
Durant le sommeil et/ou les états de veille	11. Évaluation du tonus musculaire (actif et passif) 12. Évaluation de la motricité 13. Manœuvre de traction («pull to sit») 14. Évaluation de la capacité de blottissement 15. Évaluation des mouvements défensifs 16. Évaluation de la consolabilité 17. Pic d'excitation 18. Rapidité et fluidité de passage entre les états de conscience 19. Irritabilité 20. Activité 21. Trémulations 22. Mouvements saccadés 23. Labilité de la coloration cutané 24. Labilité des états de conscience 25. Activités d'auto-consolation 26. Activité «main-bouche»

* Ces items au nombre de 26 sont tirés de l'échelle mise au point par T. Berry Brazelton qui, outre les réactions décrites ici, évalue aussi les réflexes archaïques et les signes de fatigue secondaires à l'examen lui-même.

Réflexes explorés dans l'échelle d'évaluation néonatale de Brazelton

Préhension plantaire	Déviation tonique de la tête et des yeux	
Préhension palmaire	Nystagmus	
Clonus du pied	Réflexe tonique du cou	
Babinski	Réflexe de Moro	
Position debout	Réflexe des points cardinaux (intensité)	
Marche automatique	Réflexe de succion (intensité)	
Placement	Mouvements passifs	
Incurvation du dos	Membres supérieurs :	droit
Ramper		gauche
Réflexe de la Glabelle	Membres inférieurs :	droit
		gauche

Annexe V: Hammersmith Infant Neurological Examination (HINE)

Name Date of birth

Gestational age Date of examination

Chronological age / Corrected age Head circumference

SUMMARY OF EXAMINATION	
Global score (max 78)	
Number of asymmetries	
Behavioural score (not part of the optimality score)	
Cranial nerve function	score (max 15)
Posture	score (max 18)
Movements	score (max 6)
Tone	score (max 24)
Reflexes and reactions	score (max 15)
COMMENTS	

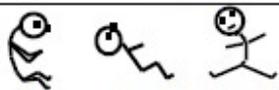
(Throughout the exam, if a response is not optimal but not poor enough to score 1, give a score of 2)

NEUROLOGICAL EXAMINATION

ASSESSMENT OF CRANIAL NERVE FUNCTION

	score 3	2	score 1	score 0	score	Asymmetry / Comments
Facial appearance (at rest and when crying or stimulated)	Smiles or reacts to stimuli by closing eyes and grimacing		Closes eyes but not tightly, poor facial expression	Expressionless, does not react to stimuli		
Eye movements	Normal conjugate eye movements		Intermittent Deviation of eyes or abnormal movements	Continuous Deviation of eyes or abnormal movements		
Visual response Test ability to follow a black/white target	Follows the target in a complete arc		Follows target in an incomplete or asymmetrical arc	Does not follow the target		
Auditory response Test the response to a rattle	Reacts to stimuli from both sides		Doubtful reaction to stimuli or asymmetry of response	No response		
Sucking/swallowing Watch infant suck on breast or bottle. If older, ask about feeding, assoc. cough, excessive dribbling	Good suck and swallowing		Poor suck and/or swallow	No sucking reflex, no swallowing		

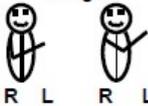
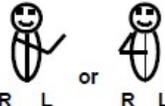
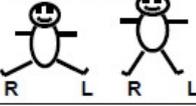
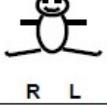
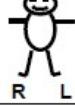
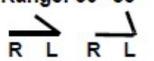
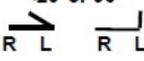
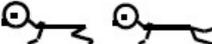
ASSESSMENT OF POSTURE (note any asymmetries)

	score 3	score 2	score 1	score 0	sc	Asymmetry / comments
Head in sitting	 Straight; in midline		 Slightly to side or backward or forward	 Markedly to side or backward or forward		
Trunk in sitting	 Straight		 Slightly curved or bent to side	 Very rounded rocketing back bent sideways		
Arms at rest	In a neutral position, central straight or slightly bent		Slight internal rotation or external rotation Intermittent dystonic posture	Marked internal rotation or external rotation or dystonic posture hemiplegic posture		
Hands	Hands open		Intermittent adducted thumb or fisting	Persistent adducted thumb or fisting		
Legs in sitting in supine and in standing	Able to sit with a straight back and legs straight or slightly bent (long sitting)  Legs in neutral position straight or slightly bent	Slight internal rotation or external rotation	Sit with straight back but knees bent at 15-20 °  Internal rotation or external rotation at the hips	Unable to sit straight unless knees markedly bent (no long sitting)  Marked internal rotation or external rotation or fixed extension or flexion or contractures at hips and knees		
Feet in supine and in standing	Central in neutral position Toes straight midway between flexion and extension		Slight internal rotation or external rotation Intermittent Tendency to stand on tiptoes or toes up or curling under	Marked internal rotation or external rotation at the ankle Persistent Tendency to stand on tiptoes or toes up or curling under		

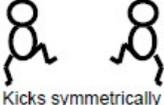
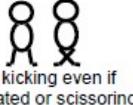
ASSESSMENT OF MOVEMENTS

	Score 3	Score 2	Score 1	Score 0	score	Asymmetry / comments
Quantity Watch infant lying in supine	Normal		Excessive or sluggish	Minimal or none		
Quality Observe infant's spontaneous voluntary motor activity during the course of the assessment	Free, alternating, and smooth		Jerky Slight tremor	<ul style="list-style-type: none"> • Cramped & synchronous • Extensor spasms • Athetoid • Ataxic • Very tremulous • Myoclonic spasm • Dystonic movement 		

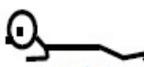
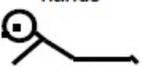
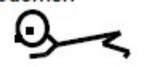
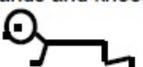
ASSESSMENT OF TONE

	Score 3	Score 2	Score 1	Score 0	sc	Asym/Co
Scarf sign Take the infant's hand and pull the arm across the chest until there is resistance. Note the position of the elbow in relation to the midline.	Range:  R L R L		 R L	 R L or R L		
Passive shoulder elevation Lift arm up alongside infant's head. Note resistance at shoulder and elbow.	Resistance overcomeable  R L	Resistance difficult to overcome  R L	No resistance  R L	Resistance, not overcomeable  R L		
Pronation/supination Steady the upper arm while pronating and supinating forearm, note resistance	Full pronation and supination, no resistance		Resistance to full pronation / supination overcomeable	Full pronation and supination not possible, marked resistance		
Hip adductors With both the infant's legs extended, abduct them as far as possible. The angle formed by the legs is noted.	Range: 150-80°  R L R L	150-160°  R L	>170°  R L	<80°  R L		
Popliteal angle Keeping the infant's bottom on the bed, flex both hips onto the abdomen, then extend the knees until there is resistance. Note the angle between upper and lower leg.	Range: 150°-100°  R L R L	150-160°  R L	~90° or > 170°  R L R L	<80°  R L		
Ankle dorsiflexion With knee extended, dorsiflex the ankle. Note the angle between foot and leg.	Range: 30°-85°  R L R L	20-30°  R L	<20° or > 90°  R L R L	> 90°  R L		
Pull to sit Pull infant to sit by the wrists. (support head if necessary)	 R L		 R L	 R L		
Ventral suspension Hold infant horizontally around trunk in ventral suspension; note position of back, limbs and head.	 R L		 R L	 R L		

REFLEXES AND REACTIONS

	Score 3	Score 2	Score 1	Score 0	sc	Asym / Co
Arm protection Pull the infant by one arm from the supine position (steady the contralateral hip) and note the reaction of arm on opposite side.	 Arm & hand extend R L		 Arm semi-flexed R L	 Arm fully flexed R L		
Vertical suspension hold infant under axilla making sure legs do not touch any surface – you may "tickle" feet to stimulate kicking.	 Kicks symmetrically		 Kicks one leg more or poor kicking	 No kicking even if stimulated or scissoring		
Lateral tilting (describe side up). Hold infant up vertically near to hips and tilt sideways towards the horizontal. Note response of trunk, spine, limbs and head.	 R L	 L R	 R L	 R L		
Forward parachute Hold infant up vertically and quickly tilt forwards. Note reaction /symmetry of arm responses, (after 6 months)	 (after 6 months)		 (after 6 months)			
Tendon Reflexes Have child relaxed, sitting or lying – use small hammer	Easily elicitable biceps knee ankle	Mildly brisk bicep knee ankle	Brisk biceps knee ankle	Clonus or absent biceps knee ankle		

SECTION 2 MOTOR MILESTONES (not scored; note asymmetries)

Head control	Unable to maintain head upright normal to 3m	Wobbles normal up to 4m	Maintained upright all the time normal from 5m			Please note age at which maximum skill is achieved
Sitting	Cannot sit	With support at hips  normal at 4m	Props  normal at 6m	Stable sit  normal at 7-8m	Pivots (rotates)  normal at 9m	Observed: Reported (age):
Voluntary grasp – note side	No grasp	Uses whole hand	Index finger and thumb but immature grasp	Pincer grasp		Observed: Reported (age):
Ability to kick in supine	No kicking	Kicks horizontally but legs do not lift	Upward (vertically)  normal at 3m	Touches leg  normal at 4-5m	Touches toes  normal at 5-6m	Observed: Reported (age):
Rolling - note through which side(s)	No rolling	Rolling to side normal at 4m	Prone to supine normal at 6 m	Supine to prone normal at 6 m		Observed: Reported (age):
Crawling - note if bottom shuffling	Does not lift head	On elbows  normal at 3m	On outstretched hands  normal at 4m	Crawling flat on abdomen  normal at 8m	Crawling on hands and knees  normal at 10m	Observed: Reported (age):
Standing	Does not support weight	Supports weight normal at 4m	Stands with support normal at 7m	Stands unaided normal at 12m		Observed: Reported (age):
Walking		Bouncing normal at 6m	Cruising (walks holding on) normal at 12m	Walking independently normal by 15m		Observed: Reported (age):

SECTION 3 BEHAVIOUR (not scored)

	1	2	3	4	5	6	Comment
Conscious state	Unrousable	Drowsy	Sleep but wakes easily	Awake but no interest	Loses interest	Maintains interest	
Emotional state	Irritable, not consolable	Irritable, carer can console	Irritable when approached	Neither happy or unhappy	Happy and smiling		
Social orientation	Avoiding, withdrawn	Hesitant	Accepts approach	Friendly			

Annexe VI: GMOS version de 1990 (Ferrari et al.)

NAME: Recording times (or counter no.) from		POSTMENSTRUAL AGE: to		Tape Nr:
		STATE R - A CYCLE		<input type="text"/>
I	Amplitude	1.a	Predominantly small range	
		1.b	Predominantly large range	
		1.c	Small and large, no intermediate range	
		2	Variable in full range	
II	Speed	1.a	Monotonously slow	
		1.b	Monotonously fast	
		1.c	Slow and fast, no intermediate	
		1.d	Invariable	
		2	Variable	
III	Movement character	1.a	Cramped	
		1.b	Floppy	
		1.c	Flapping	
		1.d	Tremulous	
		1.e	Poor repertoire	
2	Variable and complex			
IV	Sequencing	1.a	Only synchronized movements	
		1.b	Disorganized	
		1.c	Monotonous sequence within single GM	
		1.d	Some body parts are not involved in the mov.	
		1.e	Repetition of same sequence from GM to GM	
2	Variable sequence			
V	Spatial sectors of the movements	1	Not variable	
		2	Variable	
VI	Fluency and elegance	1.a	Not fluent, no rotations	
		1.b	Not fluent, few rotations	
		2	Fluent and elegant, many rotations	
VII	Onset-offset of GMs.	1.a	Abrupt	
		1.b	Minimal fluctuations in intensity	
		2	Smooth crescendo and decrescendo	
VIII	Subtle distal movements	1.a	Continual fisting	
		1.b	No or rare finger movements	
		1.c	Only synchronized opening and closing finger movements	
		1.d	Few variable finger movements	
		2	Large variety of finger and hand movements (including hand rotation)	
Global Evaluation: (N-A-Hypokinesia)		Optimality score: (maximal 16)		
Date		Examiner		

Detailed Assessment of General Movements (GMs) During Preterm and Term Age



Name	Date of Birth
Recording Date	Postmenstrual Age weeks
Behavioural State (Coincidence) <input type="checkbox"/> State 2 (Active Sleep) <input type="checkbox"/> State 4 (Active Wakefulness)	

Global Assessment	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Poor Repertoire <input type="checkbox"/> Cramped-Synchronised <input type="checkbox"/> Chaotic	Sequence	<input type="checkbox"/> 2 variable <input type="checkbox"/> 1 monotonous and/or broken <input type="checkbox"/> 0 synchronised <input type="checkbox"/> 0 disorganised
<input type="checkbox"/> Hypokinetic			

Detailed Scoring

	Neck	Trunk
	<input type="checkbox"/> 2 involved in the sequence <input type="checkbox"/> 1 hardly or not involved	<input type="checkbox"/> 2 fluent and elegant rotations <input type="checkbox"/> 1 just a few rotations <input type="checkbox"/> 0 almost no rotations
	Upper Extremities	Lower Extremities
Amplitude	<input type="checkbox"/> 2 variable, full range <input type="checkbox"/> 1 predominantly small range <input type="checkbox"/> 1 predominantly large range <input type="checkbox"/> 1 neither small nor large but monotonous	<input type="checkbox"/> 2 variable, full range <input type="checkbox"/> 1 predominantly small range <input type="checkbox"/> 1 predominantly large range <input type="checkbox"/> 1 neither small nor large but monotonous
Speed	<input type="checkbox"/> 2 variable <input type="checkbox"/> 1 monotonously slow <input type="checkbox"/> 1 monotonously fast <input type="checkbox"/> 1 neither small nor fast but monotonous	<input type="checkbox"/> 2 variable <input type="checkbox"/> 1 monotonously slow <input type="checkbox"/> 1 monotonously fast <input type="checkbox"/> 1 neither small nor fast but monotonous
Spatial range	<input type="checkbox"/> 2 full space variably used <input type="checkbox"/> 1 limited space <input type="checkbox"/> 0 in one plane only	<input type="checkbox"/> 2 full space variably used <input type="checkbox"/> 1 limited space <input type="checkbox"/> 0 lifted-released
Proximal rotatory components	<input type="checkbox"/> 2 present, fluent and elegant <input type="checkbox"/> 1 just a few rotations <input type="checkbox"/> 0 almost no rotations	<input type="checkbox"/> 2 present, fluent and elegant <input type="checkbox"/> 1 just a few rotations <input type="checkbox"/> 0 almost no rotations
Distal rotatory components	<input type="checkbox"/> 2 present, fluent and elegant <input type="checkbox"/> 1 just a few rotations <input type="checkbox"/> 0 almost no rotations	<input type="checkbox"/> 2 present, fluent and elegant <input type="checkbox"/> 1 just a few rotations <input type="checkbox"/> 0 almost no rotations
Onset	<input type="checkbox"/> 2 smooth and fluctuating <input type="checkbox"/> 1 minimal fluctuations <input type="checkbox"/> 0 predominantly abrupt	<input type="checkbox"/> 2 smooth and fluctuating <input type="checkbox"/> 1 minimal fluctuations <input type="checkbox"/> 0 predominantly abrupt
Offset	<input type="checkbox"/> 2 smooth and fluctuating <input type="checkbox"/> 1 minimal fluctuations <input type="checkbox"/> 0 predominantly sudden release	<input type="checkbox"/> 2 smooth and fluctuating <input type="checkbox"/> 1 minimal fluctuations <input type="checkbox"/> 0 predominantly sudden release
Tremulous movements	<input type="checkbox"/> 2 absent <input type="checkbox"/> 1 unilaterally present <input type="checkbox"/> 0 bilaterally present	<input type="checkbox"/> 2 absent <input type="checkbox"/> 1 unilaterally present <input type="checkbox"/> 0 bilaterally present
Cramped components	<input type="checkbox"/> 2 absent <input type="checkbox"/> 1 occasionally present <input type="checkbox"/> 0 predominantly present	<input type="checkbox"/> 2 absent <input type="checkbox"/> 1 occasionally present <input type="checkbox"/> 0 predominantly present
Optimality subscores	Upper extremities (max 18) <input style="width: 50px;" type="text"/> Neck and Trunk (max 4) <input style="width: 50px;" type="text"/>	Lower extremities (max 18) <input style="width: 50px;" type="text"/> Sequence (max 2) <input style="width: 50px;" type="text"/>
GM Optimality Score (max. 42) <input style="width: 100px;" type="text"/>		

Annexe VIII: The Motor Optimality Score (Einspieler et al., 2019)

The Motor Optimality Score for 3- to 5-Month-Old Infants – Revised
Christa Einspieler and Arie Bos for the GM Trust 2000, 2019



Name:

Date of Birth: Gestational Age at Birth: Birth Weight:

Recording Date: Postmenstrual / Postterm Age:

Fidgety Movements (N, normal; A, atypical):

N Fidgety Movements A Abnormal Exaggerated A Absent
N A Sporadic (age-specific)

Observed Movement Patterns (N, normal; A, atypical):

normal atypical

N A Swipes	N A Hand-to-Mouth Contact	N A Arching
N A Wiggling-Oscillating	N A Hand-to-Hand Contact	N A Rolling to Side
N A Kicking	N A Fiddling	N A Visual Exploration
N A Excitement Bursts	N Reaching	N Hand Regard
N A Smiles	N A Foot-to-Foot Contact	N A Head Anteflexion
N A Mouth Movements	N A Legs Lift	A Circular Arm Movements
A Tongue Movements	N Hand-to-Toe Contact	A Almost No Leg Movements
N A Side-to-Side Movements of the Head	A Segmental Movements of Fingers and Wrists	A

add

Observed Postural Patterns (N, normal; A, atypical):

normal atypical

N A Head Centered	N A Variability of Finger Postures	A Hyperextension of Neck
N A Body Symmetry	A Predominant Fisting	A Hyperextension of Trunk
N A Asymmetric Tonic Neck (ATN) Posture	A Synchronized Opening and Closing of Fingers	A Extended Arms
A Flat Posture	A Finger Spreading	A Extended Legs
	A Asymmetry of Finger Post.	A

add

Movement Character:

N Smooth and Fluent	A Stiff	A Predominantly Slow
A Monotonous	A Tremulous	A Predominantly Fast
A Jerky	A Cramped-Synchronized	A

add

Motor Optimality List:

- | | | | | | |
|------|-------------------------------------|------------|---------------------------|--------------------------|----|
| i. | Fidgety Movements | + ++, * ** | normal | <input type="checkbox"/> | 12 |
| | | | abnormal exaggerated | <input type="checkbox"/> | 4 |
| | | | absent / sporadic | <input type="checkbox"/> | 1 |
| | | ± | | | |
| ii. | Observed Movement Patterns | | N > A | <input type="checkbox"/> | 4 |
| | | | N = A | <input type="checkbox"/> | 2 |
| | | | N < A | <input type="checkbox"/> | 1 |
| iii. | Age-Adequate Movement Repertoire | | present | <input type="checkbox"/> | 4 |
| | (do not consider fidgety movements) | | reduced | <input type="checkbox"/> | 2 |
| | | | absent | <input type="checkbox"/> | 1 |
| iv. | Observed Postural Patterns | | N > A | <input type="checkbox"/> | 4 |
| | | | N = A | <input type="checkbox"/> | 2 |
| | | | N < A | <input type="checkbox"/> | 1 |
| v. | Movement Character | | smooth and fluent | <input type="checkbox"/> | 4 |
| | | | abnormal but not CS | <input type="checkbox"/> | 2 |
| | | | cramped-synchronized (CS) | <input type="checkbox"/> | 1 |

Motor Optimality Score (MOS):
from 28 to 5

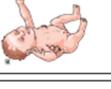
Annexe IX: Bilan cérébromoteur du jeune enfant (Le Métayer, 2009)

Volet I		Bilan cérébromoteur du jeune enfant	
Nom :	<input type="text"/>	Prénom :	<input type="text"/>
Sexe :	<input type="checkbox"/>		
Date de naissance :	<input type="text"/>	Gestation :	<input type="text"/>
Âge :	<input type="text"/>	Âge corrigé :	<input type="text"/>
Étiologie :	<input type="text"/>	Médicaments :	<input type="text"/>
Poids de naissance :	<input type="text"/>		
Date de l'examen :	<input type="text"/>	Conditions externes :	<input type="text"/>
Motif de l'examen :	<input type="text"/>	Conditions internes :	<input type="text"/>

Observation de la motricité spontanée, dirigée ou volontaire

Couché sur le dos		État	
1	Posture anormale { préférentielle obligatoire	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	Poursuite oculaire	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Membres supérieurs		G D	
3	 Sélectivité { doigts, main, coude, épaule Maintien Synchronisation	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		<input type="text"/>	<input type="text"/>
		<input type="text"/>	<input type="text"/>
Membres inférieurs			
4	Sélectivité { orteils, pied, genou, hanche Maintien Synchronisation	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		<input type="text"/>	<input type="text"/>
		<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observations :			

Volet II		Motricité provoquée		Évaluation	
		Physiologie		État global	
5	Agrippement { extéroceptif, proprioceptif Mouvements individualisés Saisie	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observations :					
6	 Tenu assis	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	Tiré-assis	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observations :					
8	 Balancier des MI	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observations :					
9	 Maintien vertical + inclinaisons	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observations :					
10	 Suspension ventrale	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observations :					

Volet III		Motricité provoquée		Évaluation	
		Physiologie		État global	
11	 Suspension latérale	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observations :					
12	 Suspension dorsale	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observations :					
13	 Suspension sous les aisselles	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observations :					
14	 Position accroupie Additions de charge Appuis talons/orteils Godille	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observations :					

Volet IV		Motricité dirigée ou provoquée		Évaluation	
		Physiologie		État global	
15	 Rotation axiale + MI	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observations :					
16	 Retournement guidé par MI 1 ^{er} temps 2 ^e temps par MS 1 ^{er} temps 2 ^e temps 3 ^e temps 4 ^e temps	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observations :					
17	 Schème asymétrique de reptation	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observations :					
18	 Redressement par appui sur MS 1 ^{er} temps 2 ^e temps 3 ^e temps 4 ^e temps	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observations :					

Volet V	Mobilisation passive	État	Angles du membre gauche	Angles du membre droit																															
19	Soléaire																																		
	Soléaire + jumeaux																																		
20	Adducteurs + droit interne + ischiojambier																																		
21	Adducteurs																																		
22	Ischiojambiers																																		
23	Extension + supination																																		
24	Fléchisseurs des hanches																																		
25	Rotateurs des hanches																																		
Observations :																																			
Volet VI Conclusion																																			
Excitabilité		O	+	++																															
Facteur E		N	+	++																															
Autoapaisement		oui		non																															
Comportement		0	1	2	3	4																													
Potentialité CRM		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Axe du corps</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MS</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MI</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Global</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					0	1	2	3	4	Axe du corps						MS						MI						Global					
	0	1	2	3	4																														
Axe du corps																																			
MS																																			
MI																																			
Global																																			
Observations :		Symétrie <input type="checkbox"/>		Asymétrie <input type="checkbox"/>																															
Mouvements athétosiques		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>																															
Hypermétrie		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>																															
Observations :																																			
Motricité buccofaciale		N		AN																															
Mimiques		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>																															
Cri		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>																															
Motricité dirigée		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>																															
Succion		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>																															
Mastication		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>																															
Observations :																																			
Compréhension des situations :																																			
Station-locomotion/Activités manuelles :																																			
Conseils donnés :																																			

Les mouvements généraux : Histoire d'un nouvel outil diagnostique en pédiatrie

Résumé :

Contexte : Avec les progrès de la médecine néonatale après la seconde guerre mondiale, la survie des nouveau-nés prématurés a augmenté. Parallèlement, la prévalence de la paralysie cérébrale a, elle aussi, augmenté. Le diagnostic précoce de la paralysie cérébrale est difficile mais un nouvel outil a fait son apparition : l'évaluation des mouvements généraux (GMA).

Problématique : Quelle est l'origine et l'évolution de l'évaluation des mouvements généraux au cours de l'histoire, pouvant expliquer son bon niveau de preuve mais sa sous-utilisation en France ?

Objectifs et méthode : Afin de comprendre cette sous-utilisation en France, ce mémoire fait un état des lieux de la pratique internationale et du niveau de preuve puis retrace l'historique de la GMA.

Résultats : Le contexte français ainsi que l'histoire récente des mouvements généraux fournissent des éléments de réponses quant à la situation actuelle.

Conclusion : La GMA est un outil permettant la détection de la paralysie cérébrale avant 5 mois de vie. Elle suscite un intérêt grandissant aujourd'hui en France. Aucune profession médicale ou paramédicale n'est privilégiée selon les fondateurs de la méthode, néanmoins les kinésithérapeutes pédiatriques semblent les plus aptes à réaliser cet examen.

Mots clés : mouvements généraux, paralysie cérébrale, diagnostic précoce, nouveau-né

General Movements: History of a New Diagnostic Tool in Pediatrics

Abstract:

Background: With the advances in neonatal medicine after World War II, the survival of premature newborns has increased. At the same time, the prevalence of cerebral palsy has also increased. Early diagnosis of cerebral palsy is difficult, but a new tool has emerged: the General Movement Assessment (GMA).

Purpose: What is the origin and evolution of the GMA over the course of history, which may explain its good level of evidence but its under-use in France?

Objectives and method: In order to understand this under-use in France, this paper makes an overview of international practice and the level of evidence, and then traces the history of GMA.

Results: The French context as well as the recent history of general movements provides elements of answers as to the current situation.

Conclusion: GMA is a tool for the detection of cerebral palsy before 5 months of life. It is attracting growing interest in France today. No medical or paramedical profession is privileged according to the founders of the method, nevertheless paediatric physiotherapists seem to be the most apt to carry out this examination.

Key words : general movements, cerebral palsy, early diagnosis, newborn