



**HAL**  
open science

# Facteurs associés à la survenue d'une paralysie obstétricale du plexus brachial grave. Étude de cohorte monocentrique

Rebecca Haddad

► **To cite this version:**

Rebecca Haddad. Facteurs associés à la survenue d'une paralysie obstétricale du plexus brachial grave. Étude de cohorte monocentrique. Médecine humaine et pathologie. 2015. dumas-01304986

**HAL Id: dumas-01304986**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01304986>**

Submitted on 20 Apr 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'Etat de docteur en médecine. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES  
Faculté de Médecine PARIS DESCARTES

Année 2015

N° 181

THÈSE  
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT  
DE  
DOCTEUR EN MÉDECINE

Facteurs associés à la survenue d'une paralysie obstétricale  
du plexus brachial grave. Étude de cohorte monocentrique

Présentée et soutenue publiquement  
le 6 octobre 2015

Par

**Rebecca HADDAD**

Née le 1<sup>er</sup> juillet 1986 à Paris (75)

Dirigée par Mme Le Docteur Véronique Forin, PH

Jury :

M. Le Professeur Franck Fitoussi, PU-PH..... Président

Mme Le Professeur Delphine Mitanchez, PU-PH

Mme Le Docteur Camille Leray, MCU-PH

Mme Le Docteur Annie Serfaty, PH



Except where otherwise noted, this work is licensed under  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>

## Remerciements

Aucune thèse digne de ce nom ne saurait commencer sans remerciements – qui seront longs dans mon cas – et c'est compréhensible lorsque l'on pense à tout le chemin parcouru pour arriver à la genèse de ce travail, qui n'aurait pu être sans toutes les personnes qui m'ont aidée et m'ont construite.

Je tiens d'abord à remercier Madame le Docteur Véronique Forin, qui a accepté de diriger ce travail, et m'a accueillie dans son service. J'y ai beaucoup appris, découvert la pédiatrie et les relations – pas toujours évidentes – avec les parents. Vous observer m'a permis de comprendre comment, à partir de « rien », on peut créer un service de référence et diriger une équipe. Merci pour votre bienveillante franchise, de celles qui permettent d'avancer sans se sentir blessée. Je vous exprime ma gratitude pour le temps accordé à l'élaboration de ce travail et à votre soutien dans les moments difficiles que j'ai pu rencontrer au cours de mon internat.

Merci à Monsieur le Professeur Franck Fitoussi, qui me fait l'honneur de présider ce jury. Dès le début de mon passage à l'hôpital Trousseau, vous m'avez fait confiance en m'offrant l'opportunité de réaliser ce travail. Grâce à vous, j'ai pu perfectionner mes connaissances dans l'examen et la prise en charge des pathologies du membre supérieur et découvrir cette pathologie qu'est la paralysie obstétricale du plexus brachial. Je vous remercie pour votre disponibilité, votre patience, votre extrême pédagogie et votre sens de la dérision (devinez comment s'écrit le mot de passe pour le logiciel Polygone !).

Lorsque j'ai commencé à m'intéresser à la paralysie obstétricale du plexus brachial, mes aînés m'ont conseillé de rencontrer Madame le Professeur Delphine Mitanchez ; et ils n'ont pas eu tort. Merci d'avoir trouvé le temps de me conseiller, malgré votre emploi du temps chargé et mes annulations de dernière minute (ah, les choix de stages que je ne vais pas regretter...). Grâce à votre expertise, nous avons pu apporter un œil nouveau à cette thèse et en faire – je l'espère – un travail intéressant. Je vous exprime ma plus sincère gratitude pour votre gentillesse et votre compétence.

C'est grâce à Monsieur le Professeur Gilles Kayem que j'ai l'opportunité d'avoir dans ce jury Madame le Docteur Camille Leray. Bien que nous n'ayons jamais travaillé ensemble, vous avez accepté de juger ce travail, de pousser les limites de votre agenda pour venir assister à cette soutenance et je vous en remercie.

Au cours de mon semestre passé à l'hôpital Armand Trousseau, j'ai eu le plaisir de faire la connaissance de Madame le Docteur Annie Serfaty. Malgré votre activité développée sur plusieurs sites, vous avez trouvé le temps de m'administrer conseils et éléments de réflexion pour ce travail. Merci d'avoir été si accessible et autant disponible.

Ma passion pour la MPR a commencé très tôt puisque dès mon premier stage d'externat passé dans le service de Monsieur le Professeur Michel Revel, j'ai su que j'en ferais ma spécialité, alors que j'avais « fait » médecine pour être gynécologue-obstétricien. Cette passion, je la dois aux docteurs Agathe Papelard, Marie Martine Lefèvre-Colau, Jean Vidal, Shiraz Sery et à Monsieur le Professeur Serge Poiraudeau qui ont su la faire germer, tout en accompagnant mes premiers pas d'apprentie médecin. Merci à tous pour vos qualités pédagogiques, votre rigueur et votre confiance qui m'ont permis de m'affirmer.

Au cours de mon internat, j'ai eu la chance de rencontrer des personnes riches de savoirs et d'expérience qui ont fait de moi le médecin que je suis aujourd'hui : Monsieur le Professeur Djamel Ben Smail, Docteur Celia Rech, Docteur Caroline Hugeron qui m'ont offert le meilleur début d'internat dont j'aurais pu rêver ; Docteur Katerine Sanchez (« Dr De la chaise ») dont l'humilité rivalise avec la compétence ; Monsieur le Professeur Philippe Azouvi, Monsieur le Professeur François Genêt et Docteur Alexis Schnitzler qui chacun dans un « style » différent m'ont transmis beaucoup sur la prise en charge des patients cérébro-lésés et atteints de séquelles de poliomyélite ; Monsieur le Professeur Jean Michel Gracies, qui a su me prodiguer des conseils judicieux pour ma carrière et qui a su me remonter le moral quand il était au plus bas.

Grâce à certaines rencontres formidables, j'ai appris à aimer tout particulièrement la neuro-urologie. J'aimerais remercier Monsieur le Professeur Gérard Amarenco pour m'avoir

transmis son savoir et son savoir-faire, m'avoir renouvelé sa confiance au cours de mon internat et pour m'accompagner dans la voie que je me suis choisie.

Je ne saurais parler de neuro-urologie sans remercier Madame le Professeur Gilberte Robain, dont les connaissances n'ont d'égal que sa gentillesse, sa disponibilité et sa proximité envers son équipe et ses patients. Merci de la confiance et de l'aide que vous m'avez accordées.

Merci à Messieurs les Professeurs Pierre Denys et François Giuliano d'avoir cru en mes capacités alors que j'étais toute jeune interne, et d'avoir voulu m'aider lorsque j'en ai eu besoin.

Il est des personnes que l'on regrette de ne pas avoir rencontrées plus tôt, et c'est le cas de Monsieur le Professeur Jacques Boddaert et de Madame le Docteur Judith Cohen-Bittan. Quand je suis venue taper à sa porte, Jacques m'a accueillie avec son acolyte le Professeur Eric Pautas, et m'a tout de suite confortée dans mon idée : la gériatrie et la MPR se doivent de collaborer. Et j'espère que cette collaboration, qui vient tout juste de débiter, aura de longues années devant elle : quel plaisir de travailler avec des personnes dont la passion, l'intelligence rivalisent avec la plus belle des humanités. Merci à vous.

Je voudrais remercier mes chefs de clinique et tous les praticiens hospitaliers avec qui j'ai pu travailler, qui m'ont transmis leurs connaissances, leur expérience et leur façon d'être avec les patients. J'ai pris beaucoup de plaisir au cours de ces années et c'est grâce à vous : Dr Delphine Verollet (recharge en oméga 3 garantie!), Dr Frédérique Lebreton, le duo d'enfer Dr Amandine Guinet-Lacoste et Dr Marylène Jousse (c'est quand le prochain karaoké??), Dr Laurence Mandon (qui m'a connue externe!), Dr Alexis Ruet (« je voudrais juste discuter avec l'équipe... »). J'ai une pensée particulière pour le Docteur Clément Chéhensse, qui était promis à un brillant avenir et qui nous a quittés trop tôt.

Enfin, un internat réussi n'est rien sans co-internes, et si le mien a été aussi génial c'est bien grâce à vous : Jonathan Levy (mon co-externe co-interne forever, mon petit calimero génialissime!), Hélène Robert (merci de rire à mes blagues, c'est pas évident), Laetitia Falcou, Mélanie Popoff, Marjorie Salga, Angélique Brotier, Guillaume Paris (t'y as vu??), Céline Van Reeth, Jeremy Maillet (voilà, voilà), Clémence de Broglie, Walid Almanghour, Laura

Weglinski (future co-chef!!), Stéphanie Truffaut, Camille Chesnel, Audrey Charlanes, Charles Joussain.

Enfin (vraiment), j'adresse mes remerciements à ma famille :

A mon père, à ma mère, qui ont eu l'audace et le courage d'élever sept enfants, de nous transmettre l'amour de la connaissance alors que l'éducation nationale ne leur a que peu transmis, de nous pousser à être indépendants et acquérir un « bon métier ». Merci pour tous les sacrifices auxquels vous avez consentis pour nous, ils n'auront pas été vains. Je vous aime profondément.

A mes frères et sœurs, Sarah (qui m'a montré la voie et qui m'a facilité beaucoup de choses), Rachel (ma graine d'avocate), David (j'espère que tu trouveras ta voie), Léa (expansive et extravagante), Esther (qui s'épanouit au soleil), Abigael (mon bébé qui me quitte pour de nouvelles aventures!). Je vous aime à l'infini.

A mes grands-parents et arrière-grands-parents, rabbins, tailleurs, ouvriers ou femmes au foyer, qui n'ont pas connu l'école mais qui grâce à leur intelligence et à leur cœur ont pu construire une belle lignée. Grâce à vous, je n'oublie pas d'où je viens.

A mes beaux-parents, Roselyne et Gilbert, qui sont vraiment de belles personnes, et qui ont contribué comme de véritables parents à mon épanouissement en tant que femme et en tant que médecin. Merci de m'avoir accueillie avec tant de gentillesse, d'amour et d'intelligence. J'espère partager encore de beaux moments avec vous, et avec Harvey, le meilleur beau-frère que l'on puisse imaginer !

A Emmanuel, qui comme Elie sur son char, traverse le feu des épreuves et en ressort plus fort. Tu es ma force et mon inspiration. Merci pour ton soutien sans limites, ton aide de tous les instants, ta patience sans borne (mise à rude épreuve pour la rédaction de ce manuscrit!) et ta brillante présence qui me fait avancer. Je t'aime plus que tout.

Merci à vous, chers lecteurs, d'être venus au bout de ces remerciements !

## Table des matières

<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>2</b>
<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1. PHYSIOPATHOLOGIE ET EVOLUTION DES POPB.....</b>	<b>9</b>
1.1.1. ANATOMIE DU PLEXUS BRACHIAL .....	9
1.1.2. PHYSIOPATHOLOGIE DES LESIONS.....	12
1.1.3. ÉVOLUTION DANS LES SUITES D'UNE POPB.....	15
1.1.4. COMPLICATIONS ET PRISE EN CHARGE .....	16
<b>1.2. FACTEURS ASSOCIES A LA SURVENUE DES POPB GRAVES .....</b>	<b>18</b>
1.2.1. METHODOLOGIE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE .....	18
1.2.2. RESULTATS DE LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE .....	19
<b>2. MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>28</b>
<b>2.1. POPULATION ET PERIODE D'ETUDE .....</b>	<b>28</b>
2.1.1. POPULATION ETUDIEE .....	28
2.1.2. POPB GRAVE .....	28
2.1.3. POPB NON GRAVE .....	29
<b>2.2. VARIABLES ETUDIEES .....</b>	<b>30</b>
2.2.1. RECUEIL DES VARIABLES.....	30
2.2.2. VARIABLES ETUDIEES ET DEFINITION .....	30
<b>2.3. STRATEGIE D'ANALYSE ET ANALYSES STATISTIQUES .....</b>	<b>33</b>
2.3.1. STRATEGIE D'ANALYSE.....	33
2.3.2. ANALYSES STATISTIQUES.....	33
2.3.3. DONNEES MANQUANTES .....	33
<b>3. RESULTATS .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1. ANALYSES DESCRIPTIVES ET D'ASSOCIATION .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2. FACTEURS DE RISQUE DE POPB GRAVE : ASSOCIATION EN ANALYSE UNIVARIEE .....</b>	<b>44</b>
3.2.1. FACTEURS MATERNELS ET DE LA GROSSESSE.....	44
3.2.2. FACTEURS LIES A L'ACCOUCHEMENT .....	44
3.2.3. FACTEURS NEONATALS, LIES A L'ATTEINTE ET A LA PRISE EN CHARGE INITIALE.....	45
<b>3.3. FACTEURS ASSOCIES A LA SURVENUE D'UNE POPB GRAVE : ANALYSE MULTIVARIEE.....</b>	<b>47</b>
3.3.1. MODÈLE MULTIVARIÉ DE DÉPART: MODÈLE 1.....	47
<b>3.4. CONSTRUCTION D'UN MODELE MULTIVARIE .....</b>	<b>49</b>
3.4.1. MESURE DE L'ASSOCIATION DANS DIFFERENTS MODELES MULTIVARIES.....	50
<b>4. DISCUSSION.....</b>	<b>54</b>
<b>4.1. RESUME DES PRINCIPAUX RESULTATS .....</b>	<b>54</b>
<b>4.2. HYPOTHESES EXPLICATIVES.....</b>	<b>54</b>



4.2.1. FACTEURS INDEPENDANTS ASSOCIES A LA SURVENUE D'UNE POPB GRAVE.....	54
4.2.2. FACTEURS NON INDEPENDAMMENT LIES A LA SURVENUE D'UNE POPB GRAVE .....	57
4.2.3. FACTEURS CLINIQUEMENT PERTINENTS A LA SIGNIFICATIVITE « LIMITE ».....	58
<b>4.3. FORCES ET FAIBLESSES DE L'ETUDE.....</b>	<b>59</b>
<b><u>5. CONCLUSION.....</u></b>	<b><u>60</u></b>
<b><u>BIBLIOGRAPHIE .....</u></b>	<b><u>62</u></b>
<b><u>ANNEXE 1 : LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES .....</u></b>	<b><u>67</u></b>
<b><u>ANNEXE 2 : ALGORITHME DE RECHERCHE MEDLINE .....</u></b>	<b><u>68</u></b>
<b><u>ANNEXE 3 : ALGORITHME DE RECHERCHE COCHRANE DATABASE .....</u></b>	<b><u>71</u></b>

## Introduction

---

La paralysie obstétricale du plexus brachial (POPB) est une paralysie flasque du membre supérieur, atteignant la mobilité active plutôt que passive au début de son évolution<sup>1</sup>. Cette pathologie néonatale n'est pas rare, et son incidence « globale » à partir de données cumulées de la littérature de 1964 à 2014, a été estimée à 1,4/1000 naissances (de 0,1 à 6,3)<sup>2</sup>. Les données épidémiologiques françaises de cette maladie ne sont pas connues.

Malgré les progrès réalisés durant les dernières décennies sur le suivi des grossesses, la prise en charge obstétricale, le suivi néonatal, et la connaissance des facteurs de risque de survenue de cette pathologie<sup>3</sup>, son incidence est jugée stable dans le temps. Certains auteurs<sup>2</sup> rapportent une tendance à l'augmentation : 1,6/1000 (de 0,1 à 8,1) pour les études rapportant les naissances après 2000 contre 0,5/1000 (de 0,2 à 4,1) pour celles entre 1990 et 1999. Ces données sont toutefois à interpréter avec prudence, car reposant uniquement sur les études publiées.

Il n'est toujours pas possible d'estimer quel fœtus est à risque de POPB, et donc exposé aux potentielles séquelles d'une telle atteinte neurologique, en cas de POPB persistante, c'est à dire, ne récupérant pas dans les 12 à 18 mois après la naissance<sup>4, 5</sup>.

Selon les dernières études, la prévalence des POPB non transitoires est de 1,1 à 2,2/10000 aux États-Unis (EU) contre 2,9–3,7/10000 pour les autres pays<sup>2</sup>.

Si l'on poursuit ces calculs, aux EU, avec une incidence de 5000 POPB/an, dont 580 à 1050 sont permanentes, le nombre d'adultes vivant avec des séquelles d'une POPB s'élève à 63000.

Cette pathologie est donc à l'origine de plusieurs dizaines de milliers de cas de handicap à l'âge adulte dans le monde<sup>2</sup>, de complications<sup>6</sup> et de limitation d'activités et restrictions de participation<sup>7</sup>.

S'il n'existe pas encore de possibilité d'anticiper la survenue de cette pathologie dans la population générale, on peut se questionner sur celle de prédire - à partir de facteurs

maternels, obstétricaux, néonataux - si l'évolution sera favorable ou non, et si une prise en charge médico-chirurgicale lourde, sera nécessaire.

Un préalable à cette capacité de prédiction est la possibilité d'identifier les facteurs associés à la survenue d'une POPB « grave », c'est-à-dire nécessitant une prise en charge chirurgicale.

Cette question est importante en terme de santé publique, puisque l'identification de fœtus et nouveaux nés à risque permettrait de mettre en place des politiques de dépistage et de suivi spécialisé pour ces patients et leurs familles, d'estimer les coûts liés à la prise en charge, d'éviter les litiges en améliorant l'information donnée aux familles et d'améliorer leur devenir.

Ce travail de thèse se divise en trois parties :

- 1) Après un rappel sur la physiopathologie et les conséquences de la POPB, les données bibliographiques sur les facteurs associés à la survenue d'une POPB grave seront exposées et analysées.
- 2) Dans la deuxième partie, la méthodologie et les résultats de cette étude seront présentés.
- 3) Enfin, les résultats seront discutés, et une ouverture sur les axes de recherche seront développés.

L'objectif de ce travail est d'élargir les connaissances sur les facteurs associés à la survenue d'une POPB grave.

## Physiopathologie et évolution des POPB

### Anatomie du plexus brachial

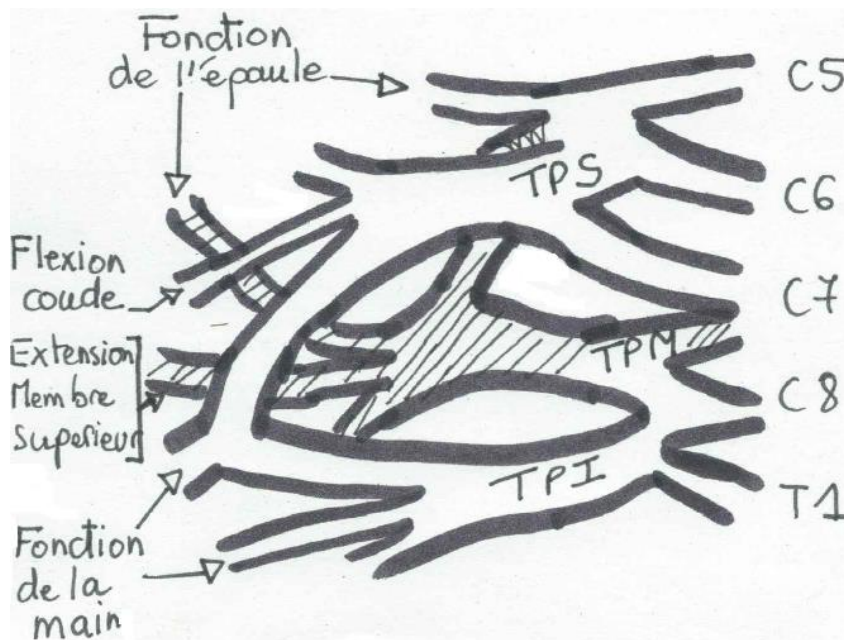
#### Anatomie descriptive<sup>8</sup>

Le plexus brachial est une structure anatomique complexe anastomotique avec une importante variabilité interindividuelle. Il est formé de cinq nerfs rachidiens C5, C6, C7, C8 et T1, dédiés à l'innervation du membre supérieur. Chaque racine est issue de la réunion d'une radicelle médullaire antérieure motrice et postérieure sensitive. Selon les cas, un rameau venant de C4 ou de T2 peut d'y anastomoser. Une fois sortie du trou de conjugaison, les nerfs

vont s'anastomoser, formant un triangle à base interne au sein duquel de nombreuses ramifications vont se développer.

Ainsi, le tronc primaire supérieur (TPS) naît de l'anastomose de C4-C5-C6, C7 constitue le tronc primaire moyen (TPM) et C8-T1 forment le tronc primaire inférieur (TPI).

De la réunion des branches antérieures du TPS et TPM naît le tronc secondaire antéro-externe (TSE), tandis que le tronc secondaire antéro-interne (TSI) naît de celle du TPI. Les branches postérieures s'unissent pour former le tronc secondaire postérieur (TSP). Des troncs secondaires vont partir les nerfs responsables de l'innervation du membre supérieur (**Figure 1**).



**Figure 1. Schéma simplifié de l'anatomie du plexus brachial**

TPS : tronc primaire supérieur ; TPM : tronc primaire moyen ; TPI : tronc primaire inférieur

### Anatomie fonctionnelle<sup>8</sup>

Schématiquement, l'innervation fonctionnelle du membre supérieur à partir des troncs secondaires peut être résumée comme suit :

- l'extension du membre supérieur est assurée par le TSP qui donne le nerf circonflexe (élévation et abduction de l'épaule), et le nerf radial (extension, supination de l'avant-bras, extension de la main et des doigts) ;
- la flexion du membre supérieur est assurée par les TSI et TSE.

Concernant les fonctions clés du membre supérieur :

- la fonction de l'épaule est supportée par une partie du TSP qui donne le nerf circonflexe, celui du grand dorsal et du grand rond (adduction, rotation interne et rétropulsion de l'épaule), du sub-scapulaire (adduction, rotation interne et abaisseur de l'épaule) et globalement par C5 qui donne le nerf du grand et petit pectoral (adduction, rotation interne et antépulsion de l'épaule), celui du sus-scapulaire (abduction et rotation interne de l'épaule) et le nerf angulaire de la scapula et du rhomboïde (abaisseur de l'épaule, mobilité de la scapula) ;
- la flexion du coude est assurée par le TSE qui donne le nerf musculo-cutané ;
- la fonction de la main est donnée par le TSI pour la sensibilité et la flexion, qui est à l'origine du nerf sensitif brachial cutané-interne, du nerf ulnaire (fléchisseurs des doigts et de la main) et de la branche interne du nerf médian (flexion, pronation et sensibilité de la main), la branche externe étant donnée par le TSI. La capacité d'extension de la main est donnée comme décrit plus haut par le TSP, via le nerf radial.

Ainsi, de chaque niveau radiculaire va dépendre une fonction du membre supérieur :

- fonction de l'épaule : l'abduction et la rotation externe sont assurés par C5-C6, l'adduction et à la rotation interne dépendent d'une innervation large de C5 à T1 ;
- fonction du coude : la flexion est sous la dépendance unique de C5-C6, alors que l'extension dépend de C6-C8 ;
- fonction du poignet : l'extension, essentielle pour l'effet ténodèse et donc pour le serrage des doigts est assurée par C5-C7 et la flexion est sous la dépendance de C6-C8. L'inclinaison radiale est assurée par C5-C7, l'ulnaire par C7-C8 ;
- fonction de la main : est sous la dépendance des racines distales. L'extension des doigts est assurée par C7-C8, la flexion par C7-C8-T1. Les muscles intrinsèques (mobilité du pouce, rapprochement et écartement des doigts) sont innervés par C8-T1, voire T1 seule.

## Physiopathologie des lésions

### Mécanismes de l'atteinte

#### Facteurs exogènes

La distance entre l'émergence des racines et le moignon de l'épaule, très courte chez le nouveau-né, l'expose aux traumatismes en traction. Ainsi, l'augmentation brutale de l'espace compris entre la tête et le creux axillaire entraîne des lésions d'élongation et de ruptures du plexus brachial.

Sur le plan obstétrical, cette condition serait reproduite au cours des manœuvres de dégagement fœtal, lorsque l'on associe un abaissement de l'épaule et une flexion latérale du cou<sup>8,9</sup>.

Pour des raisons histologiques, d'orientation des racines à leur émergence médullaire et en raison de structures locales protectrices, l'atteinte au cours des mécanismes en traction va suivre un gradient proximo-distal : plus la traction est importante en intensité et en durée, plus le risque de léser les racines distales est grand.

#### Facteurs endogènes

Néanmoins, dans certaines séries, 5,9% à 56% des cas de POPB surviennent sans qu'aucune force de traction n'ait été appliquée lors de l'accouchement<sup>10</sup>. L'implication des forces expulsives utérines dans la genèse du traumatisme pourrait alors être envisagée<sup>9</sup>. Par ailleurs, des variations anatomiques, telles l'existence d'une côte cervicale ont été rapportées comme étant une cause endogène de traction sur les racines nerveuses, par un effet de poulie<sup>11</sup>.

### Lésions anatomiques et profil évolutif

Plusieurs types de lésions sont susceptibles de survenir lors d'un traumatisme du plexus brachial, en les classant par ordre croissant de gravité<sup>12</sup> :

- 1er degré de Sunderland: la neurapraxie correspond à une lésion nerveuse transitoire, résultant d'une ischémie courte, d'une compression, d'une démyélinisation, ou d'un étirement. Cette lésion laisse la possibilité d'une récupération complète spontanée et précoce ;

- 2er degré de Sunderland : l'axonotmésis consiste en une lésion permanente ou transitoire dans laquelle la majorité des structures protectrices du nerf (endonèvre, perinèvre et epinèvre) sont préservées, mais où l'axone est rompu. Dans ce type d'atteinte, la régénération axonale se fait de façon non aberrante et la récupération fonctionnelle est complète ;
- 3ème degré de Sunderland : lésion de l'axone et de l'endonèvre. En raison d'une réaction cicatricielle intra-fasciculaire, la régénération se fait de façon partielle et aberrante : les mouvements sont parasités par des co-contractions entre agonistes et antagonistes qui ne peuvent plus dissocier leur action ;
- 4ème degré de Sunderland : lésion de l'axone, de l'endonèvre et du perinèvre. La récupération se fait de façon anarchique et très incomplète ;
- 5ème degré de Sunderland : section complète du nerf. Cette atteinte ne permet aucune chance de récupération spontanée.

### Fonctions atteintes

Les POPB touchent potentiellement plusieurs racines, et atteignent donc plusieurs fonctions à des niveaux de gravité différents. En effet, une fonction a d'autant plus de risque d'être dégradée si elle dépend d'un faible nombre de racines et si elle est proximale. Ainsi seront lésés de façon prédominante :

- l'épaule et le coude, puis le poignet et enfin la main ;
- au niveau de l'épaule : atteinte prédominante de l'abduction et de la rotation externe ;
- au niveau du coude : atteinte prédominante de la flexion ;
- au niveau du poignet : atteinte prédominante de l'extension et de l'inclinaison radiale ;
- au niveau de la main : atteinte prédominante de l'extension des doigts.

### Classification de l'atteinte

On peut ainsi classer l'atteinte du plexus brachial, en fonction du niveau d'atteinte plexuelle (supérieur, intermédiaire, inférieur, totale), des nerfs rachidiens, ou enfin en utilisant la classification de Narakas<sup>13</sup>, comme résumé dans le **Tableau 1**.

Selon Narakas, il existe 4 groupes en fonction du degré d'atteinte neurologique :

- I : correspond à l'atteinte des racines C5-C6, caractérisée par une parésie du deltoïde et du biceps, mais une conservation des extenseurs du membre supérieur, du poignet et de la main ;
- II : relatif à l'atteinte des racines C5 à C7, qui entraîne une atteinte du groupe I, ainsi qu'une parésie du triceps et des extenseurs du poignet, alors que les intrinsèques et fléchisseurs de la main sont conservés ;
- III : correspond à l'atteinte des racines de C5 à T1, résultant en une paralysie flasque complète du membre supérieur ;
- IV : atteinte clinique similaire à celle du groupe III, à laquelle s'ajoute un syndrome de Claude Bernard-Horner.

Cette classification a un intérêt pronostique, qui sera décrit plus tard dans l'exposé.

**Tableau 1 : Différents types de POPB**

<b>Groupes de Narakas</b>	<b>Nerfs rachidiens</b>	<b>Plexus Brachial</b>	<b>Données cliniques</b>
I	C5-C6	Supérieur	Adduction et rotation interne d'épaule, coude en extension
II	C5-C6-C7 C8-T1	Intermédiaire Inférieur	Attitude en « maître d'hôtel » Main flasque avec déformation en griffe
III	C5-C6-C7-C8- T1	Totale	Membre supérieur ballant
IV	C5-C6-C7-C8- T1	Totale	III + syndrome de Claude Bernard-Horner (myosis, ptosis, enophtalmie)

D'autres modalités de classement de l'atteinte du plexus brachial existent :

- atteinte « supérieure », qui met en jeu les racines C5, C6, et parfois C7, correspond à la description anatomique par Duchenne puis par Erb en 1872. Cliniquement, cela correspond à l'attitude dite en « maître d'hôtel »: épaule en adduction et rotation interne, extension de ou légère flexion de coude, avant-bras en pronation et poignet en flexion. Lorsque l'atteinte est prédominante sur C7, on la qualifie « d'intermédiaire » ;
- atteinte « inférieure »: correspond à l'atteinte C8-T1, autrement appelée paralysie de Klumpke, caractérisée par une main flasque avec un bras normalement mobile ;
- atteinte « totale » ou pan-plexopathie : correspondant à une atteinte des racines de C5 à T1 et aux groupes III et IV de Narakas.



## Évolution dans les suites d'une POPB

### Histoire naturelle

Le profil évolutif des POPB reste assez contradictoire en fonction des auteurs et des séries publiées. Ces variations peuvent être expliquées par plusieurs biais : celui de sélection, variant en fonction de la spécialité des auteurs, et du fait que seul les cas les plus graves sont habituellement publiés car adressés en consultation; celui de classement du fait des divers outils utilisés pour juger d'une récupération.

Néanmoins, il semble difficile d'établir un profil type d'évolution, étant donné le nombre de combinaisons lésionnelles théoriques au vu de la nature anatomique même du plexus brachial, fait de 5 racines, 3 troncs, 6 divisions, etc.

Dans une revue de littérature de 2014<sup>12</sup>, il est rapporté plusieurs avis se confrontant quant à la récupération : certains rapportent une récupération complète ou fonctionnelle favorable dans plus de 80% des cas, alors que d'autres l'estiment à moins de 50%. Néanmoins, même si certains enfants semblent avoir récupéré totalement, le membre atteint n'est pas également fonctionnel, quand la fonction est mesurée par les tests adéquats. Ce qui semble être admis de façon plus générale, c'est que plus l'absence d'amélioration spontanée persiste dans le temps, moins il existe de chance de récupération<sup>14</sup>, et que la récupération précoce (de quelques semaines à 3-4 mois) est généralement associée à un meilleur devenir.

Un pronostic de récupération est avancé par plusieurs auteurs<sup>12</sup>, et résumé comme suit dans le **Tableau 2** :

*Tableau 2 : Valeur pronostique de la classification de Narakas<sup>12</sup>*

Groupes de Narakas	Taux de récupération complète spontanée (%)
I	90
II	65
III	<50
IV	0

## Complications et prise en charge

En cas de récupération incomplète ou d'absence de récupération, malgré une chirurgie dite “primaire” de réparation de la continuité nerveuse des racines et troncs lésés, plusieurs complications peuvent apparaître, et nécessiter une prise en charge chirurgicale ou médicale invasive<sup>12</sup>.

### Co-contractions<sup>8</sup>

Liées à une régénérescence nerveuse anarchique, elles consistent en une contraction simultanée de deux muscles antagonistes. Sur le plan fonctionnel, l'articulation est comme « paralysée » lors des mouvements actifs, alors qu'elle reste souple en passif, du moins au début de l'évolution. Ce phénomène n'est pas accessible à la rééducation, et nécessite un traitement médical invasif par injection de toxine botulinique<sup>15</sup>.

### Déficit moteur

En fonction du niveau d'atteinte, vont persister de plus ou moins importantes séquelles paralytiques, impactant à des degrés différents la qualité de vie.

### Déficit sensitif

Présent de façon inconstante, il peut affecter toutes les modalités sensitives. Certains auteurs le relient à une tendance à l'automutilation<sup>16</sup>.

### Troubles de croissance et trophique<sup>8</sup>

Il existe un défaut de croissance en longueur et une hypotrophie du membre atteint. Rarement à l'origine d'une gêne fonctionnelle, elle peut néanmoins entraîner un préjudice esthétique, surtout si associée à des troubles trophiques : peau rouge et rugueuse ou froide et cyanosée, ongles cassants.

Un exemple historique de ce préjudice est celui du Kaiser Wilhem<sup>17</sup>, atteint d'une POPB gauche, qui usait de nombreux stratagèmes pour cacher ce membre supérieur plus court et flasque.

### Limitations d'amplitudes articulaires<sup>8</sup>

En raison du trouble de la balance musculaire, entre co-contractions, déficit musculaire des agonistes et activité « normale » des antagonistes, s'installe une rétraction musculotendineuse, puis capsulo-ligamentaire à l'origine d'une limitation d'abord active, puis passive des amplitudes articulaires.

Parmi ces limitations les plus fonctionnellement délétères, se trouve la rétraction de l'épaule en adduction-rotation interne, le flessum et surtout la supination du coude. Toutes ces déformations limitent fortement les amplitudes fonctionnelles (main-bouche, main-tête, main-fesse), de préhension et la capacité d'explorer l'environnement avec le membre supérieur atteint.

Une fois les rétractions fixées, le temps n'est plus aux techniques de masso-kinésithérapie qui ont pour objectif l'entretien de la souplesse articulaire, mais à celui de la chirurgie, permettant de libérer les articulations de ces véritables « verrous » musculo-tendineux.

### Troubles de la mécanomorphogénèse

De ces modifications musculo-tendineuses découlent naturellement d'autres complications, dont la sanction est chirurgicale. Ces lésions survenant sur un organisme en croissance, le modelage osseux et articulaire permanent va être entravé.

On assiste au niveau de l'épaule à, dans un premier temps, une dysplasie gléno-humérale, la tête humérale en rotation interne « forcée » écrasant le bord postérieur de la glène, puis dans un deuxième temps, survient une luxation en arrière de l'humérus<sup>18</sup>.

Concernant le coude, la tête radiale va s'aplatir et se luxer en arrière en cas d'attitude en flexion-pronation, soit en avant en cas de fixation en flexion-supination<sup>8</sup>.

### Retentissement sur la qualité de vie

La qualité de vie des enfants<sup>19</sup> et adolescents atteints<sup>20</sup> est altérée comparativement aux enfants sains. Les domaines altérant le plus la qualité de vie sont ceux relatifs à l'esthétique, la fonction et la douleur.

A l'âge adulte, il existe un impact de cette pathologie néonatale sur la qualité de vie puisque sont rapportés des difficultés pour la réalisation des actes de vie quotidienne, une gêne esthétique, des douleurs et un retentissement sur la vie professionnelle<sup>21</sup>.

# Facteurs associés à la survenue des POPB graves

## Méthodologie de recherche bibliographique

### Stratégie de recherche bibliographique

Une recherche bibliographique interrogeant les bases de données Medline, Embase, BDSP (Banque de Données en Santé Publique) et Cochrane Library a été réalisée jusqu'à janvier 2015. Les mots clés utilisés pour la recherche étaient: 'paralysis, obstetric', 'brachial plexus palsy', 'brachial plexus', 'brachial plexus neuropathy', 'brachial plexus injury', 'birth injury', 'Perinatal brachial plexus palsy'. Ces mots clés ont été adaptés pour chaque base de données (cf. **Annexes 1, 2 et 3** pour la stratégie et les termes de recherche).

La stratégie de recherche a été construite pour limiter les résultats à ceux concernant la population pédiatrique, et limitée aux années 2000 incluses. Seules les études en langue anglaise et française ont été incluses.

Sur MEDLINE, les résultats ont été limités par les termes 'English-language' et 'French-language'. Puis les filtres 'human', 'clinical trial', 'comparative study', 'controlled clinical trial', 'meta-analysis', 'observational study', 'pragmatic clinical trial', 'randomized controlled trial', 'review', 'systematic reviews', 'all children: birth – 18' ont été appliqués.

Une recherche additionnelle sur internet et les sites web des principales sociétés de pédiatrie, de gynécologie-obstétrique, de chirurgie orthopédique pédiatrique et de médecine physique et réadaptation a été réalisée à la même période.

### Critères d'éligibilité

La recherche étant voulue la plus exhaustive possible, les articles non pas été exclus en raison de leur qualité méthodologique, hormis lorsque la significativité statistique n'était pas testée.

Les titres puis les résumés des références trouvées ont été lus pour sélectionner les articles concernant les études cliniques et épidémiologiques traitant des facteurs de risque de POPB grave, des POPB d'évolution péjorative et des facteurs de risque de POPB en population générale. Les références citées par les revues de littérature, revues systématiques et méta-analyses ont été récupérées.

Lorsque plusieurs articles concernaient la même étude, seule la dernière publication avec le plus grand nombre de patient ou le plus long suivi était sélectionnée.

Les résumés de communication orale ou écrite, éditoriaux, articles sans résumés disponible, cas cliniques ou commentaires ont été exclus.

## Résultats de la recherche bibliographique

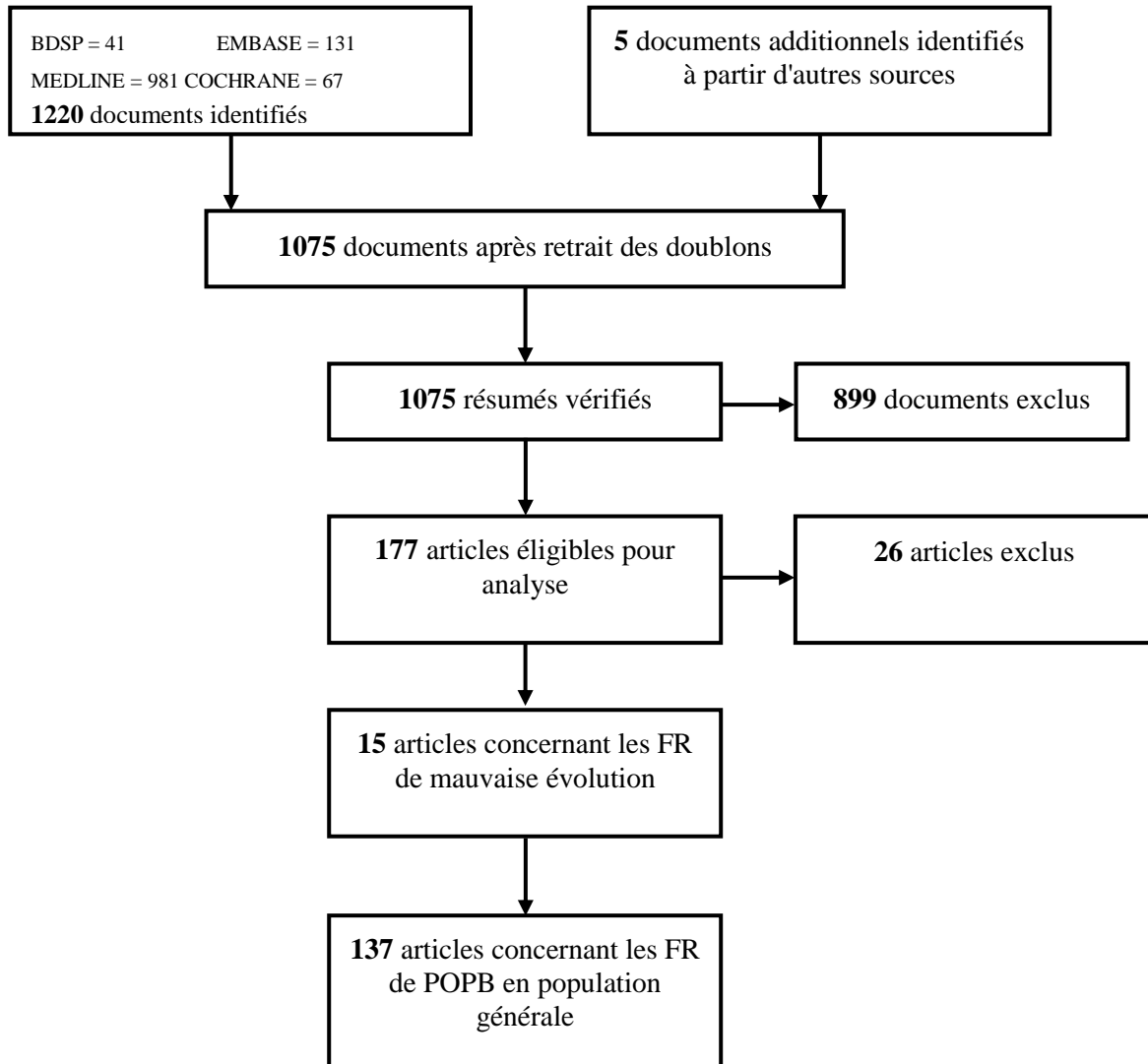
### Sélection des études (Figure 2)

Au total, 1220 documents ont été identifiés à partir des recherches sur les différentes bases de données disponibles. Après exclusion des doublons, 1075 résumés ont été vérifiés, dont 899 ont été exclus. Les raisons d'exclusion concernaient le type d'article (cas clinique, commentaire, communication affichée...), la langue (autre que français ou anglais), la non disponibilité du résumé ou enfin la non concordance avec le thème choisi. Sur les 177 articles restant, 25 ont été exclus: 17 car ne traitant pas des facteurs associés aux POPB graves, 4 en raison de leur non disponibilité en version complète, 3 articles de revue, 2 en raison d'une qualité méthodologique insuffisante (absence de test statistiques).

Au total, 15 articles concernaient les facteurs de risque de mauvaise évolution ou de POPB grave, tandis que 137 concernaient les facteurs de risque de survenue d'une POPB en population générale.

Etant donné que le principal objectif de cette recherche était l'analyse des articles traitant des facteurs de risque de POPB grave, l'ensemble des articles concernant les facteurs de risque de POPB n'a pas été analysé, mais quelques articles récents et de référence ont été utilisés.

**Figure 2. Diagramme de sélection des articles**



### Caractéristiques des études incluses

Le terme de POPB grave ou les facteurs associés à la survenue d'une POPB nécessitant une prise en charge chirurgicale ou médicale invasive n'ont pas été retrouvés en tant que tels dans les 15 articles sélectionnés. Les articles étudiaient les facteurs associés à une évolution péjorative avec des définitions différentes :

- étude des facteurs associés à la survenue d'une POPB permanente en les opposant à celles transitoires, en sachant que le délai de définition de POPB permanente varie de 2 à 24 mois<sup>5, 4, 23, 24, 25, 26, 27</sup> ;
- étude des facteurs associés à la survenue d'une POPB de gravité neurologique plus ou moins sévère, définie par les différentes classifications vues plus haut (chapitre physiopathologie, classification de l'atteinte)<sup>4, 10, 13, 28</sup> ;
- étude des facteurs associés à la survenue d'une POPB de plus ou moins bonne récupération, avec une définition et une date de mesure de la récupération variable<sup>10, 28, 29, 30, 31</sup>.

Elles sont résumées dans le **tableau 3**.

### Facteurs associés à la survenue d'une POPB « grave »

#### Facteurs maternels

##### *Age*

Une étude<sup>25</sup>, retrouvait comme facteur unique une différence significative sur l'âge maternel, avec un âge plus jeune associé à la survenue d'une POPB transitoire ( $p < 0,001$ ), chez des nouveaux nés par voie basse avec DE, appariés sur le poids de naissance, le statut diabétique et la parité. Cette association n'était pas retrouvée par plusieurs auteurs<sup>5, 4, 29</sup>.

##### *IMC en début de grossesse*

Dans une étude issue d'une cohorte de naissances par voie basse<sup>4</sup>, cas et témoins ont été comparés pour les facteurs maternels, liés à la grossesse, à l'accouchement et néonataux. Une association a été retrouvée pour l'IMC, en faveur d'un risque de POPB permanente s'il augmente ( $p < 0,05$ ). Néanmoins, cette association n'a pas été confirmée dans d'autres études<sup>25, 29</sup>.

##### *Parité*

Plusieurs auteurs rapportent la multiparité comme facteur associé soit aux POPB permanentes<sup>4</sup> ( $p < 0,05$ ), soit au degré d'atteinte neurologique<sup>13</sup>, même en multivarié ( $p = 0,042$ ). Mais cette association n'est pas constante puisque deux autres études<sup>5, 26</sup> ne retrouvaient pas ce lien.

### *Facteurs sans association retrouvée*

Plusieurs facteurs ont été testés, mais sans association statistique retrouvée : l'antécédent de dystocie des épaules<sup>24</sup>, la gestité<sup>24</sup>, l'origine géographique<sup>5.25</sup>, le tabagisme<sup>4</sup>.

### Facteurs liés à la grossesse

#### *Diabète*

Une étude<sup>24</sup> rapportait une plus haute incidence de diabète dans le groupe POPB transitoire, avec un OR de 4,68 (1,42-16,32), ajusté sur la DE. Le niveau de l'atteinte n'était pas précisé. Par contre, cette association n'est pas confirmée par d'autres études ni pour la récupération<sup>5.26.29</sup>, ni pour la sévérité de l'atteinte neurologique<sup>13</sup>.

### *Facteurs sans association retrouvée*

D'autres facteurs ont été testés, mais sans association statistique retrouvée : prise de poids<sup>4.24</sup>, suspicion de macrosomie<sup>5.29</sup>.

### Facteurs liés à l'accouchement

#### *Induction*

Seulement une étude<sup>5</sup>, retrouve une association entre induction et POPB permanente (>1an). L'association était mesurée par un OR à 4,93 (1,01, 24,16). Les auteurs n'expliquent pas cette association, et on peut se demander si elle résisterait à un ajustement sur le statut diabétique ou la macrosomie. D'ailleurs, aucun autre auteur ne retrouvait ce lien<sup>24.26</sup>.

#### *Analgesie epidurale*

Seule l'étude de Chauhan et al.<sup>5</sup> retrouvait une association entre analgésie épidurale et POPB permanente (>1an). L'association était mesurée par un OR à 4,00 (1,02, 15,63). On peut supposer qu'un travail dystocique entraîne un besoin accru en analgésie épidurale, et de façon parallèle le risque d'une POPB de moins bonne évolution. Il n'a toutefois pas été retrouvé de différence entre cas et témoins pour la dystocie des épaules.

Une étude<sup>24</sup>, où un ajustement était réalisé sur la présence d'une dystocie des épaules, ne retrouvait pas cette association.



### *Manœuvres obstétricales*

Dans l'étude de Mollberg et al.<sup>4</sup>, plusieurs manœuvres obstétricales sont associées significativement à la survenue d'une POPB permanente : la réalisation d'une expression du fond utérin ( $p < 0,0001$ ), la manœuvre de McRoberts ( $p < 0,05$ ), associée ou non à une pression sus-pubienne ( $p < 0,001$ ), le fait de soulever la tête fœtale en voulant libérer l'épaule postérieure avant l'antérieure ( $p < 0,01$ ) et enfin celui de « tirer » directement la tête du fœtus pour la sortir de la filière vaginale ( $p < 0,0001$ ). Par ailleurs, la durée entre la sortie de la tête et l'accouchement complet était plus grande dans les POPB permanentes ( $p < 0,01$ ), avec un effet plus important après 60 secondes ( $p < 0,001$ ), association non retrouvée par d'autres auteurs<sup>10,25</sup>.

Par ailleurs, d'autres études<sup>10, 24, 25</sup> ne retrouvaient pas d'association entre nombre moyen de manœuvre dans la prise en charge de la DE et POPB permanente.

### *Forces appliquées*

Dans l'étude par Mollberg et al.<sup>4</sup>, il était demandé au professionnel réalisant l'accouchement de noter le degré de force manuelle appliquée sur une échelle visuelle analogique (EVA) non graduée, allant de « aucune force » à « la plus grande force imaginable », et ceci en aveugle du diagnostic de POPB. L'EVA ainsi obtenue a été associée positivement au nombre de racines cervicales lésées ( $p < 0,001$ ).

### *Dystocie des épaules*

Seule une étude retrouvait un lien entre DE et POPB permanente ( $p < 0,001$ ), les autres études étaient négatives<sup>5, 10, 26, 29</sup> ou proposaient un ajustement sur la DE<sup>24, 32</sup>.

### *Facteurs sans association retrouvée*

D'autres facteurs ont été testés, mais sans lien statistiquement significatif : terme<sup>4, 5, 13, 24, 25, 26</sup>, épisiotomie<sup>4, 5</sup>, durée du travail<sup>5, 24, 25, 26</sup>, utilisation d'une ventouse<sup>4</sup>, voie basse instrumentale<sup>5, 10, 13, 24, 25, 26</sup>, voie vaginale<sup>26</sup>, césarienne<sup>26</sup>, présentation<sup>29</sup>.

## Facteurs néonataux

### *Poids de naissance*

Plusieurs auteurs rapportaient une association entre poids de naissance et POPB permanente ou grave sur le plan neurologique<sup>13, 27, 31</sup>. Une des études retrouvant une association positive rapportait un effet dose<sup>13</sup>, avec 2,7 fois plus de risque d'avoir une lésion neurologique de gravité plus importante par 1 kilogramme de poids de naissance. Deux autres études rapportaient un lien entre poids de naissance plus élevé et mauvaise récupération<sup>27,31</sup>. Néanmoins, un plus grand nombre d'études ne confirmaient pas cette association<sup>4, 5, 10, 24, 29</sup> et une étude<sup>23</sup> rapportait un effet contraire avec un effet protecteur sur le risque de POPB persistante à 1 an d'un poids >4000 grammes ( $p < 0,05$ ).

### *Score d'Apgar*

Pour Mollberg et al.<sup>4</sup>, une association existait entre score d'Apgar  $\leq 7$  à 1 minute et POPB permanente ( $p < 0,05$ ), mais n'était pas retrouvée à 5 et 7 minutes. Une étude<sup>25</sup> confirmait cette association mais avec le score d'Apgar à 5 minutes ( $p = 0,04$ ).

Une étude supplémentaire teste ce facteur mais sans retrouver l'association précédente<sup>29</sup>.

### *Facteurs sans association retrouvée*

Plusieurs facteurs ont été testés, mais sans association statistique retrouvée : admission en néonatalogie<sup>5</sup>, pH au cordon et taille de naissance<sup>29</sup>, ainsi que le sexe<sup>13,25</sup>.

**Tableau 3. Caractéristiques des études inclues dans l'analyse**

<b>Auteurs</b>	<b>Année de publication</b>	<b>Pays</b>	<b>Type d'étude</b>	<b>Centre</b>	<b>Critère de jugement</b>	<b>Nombre de POPB (Cas/Témoin)</b>	<b>Période d'étude</b>
Wall et al. <sup>27</sup>	2014	EU	CT CR	Multicentrique	Persistant à 2 mois ou transitoire	1291 (60/1231)	1988-2012
Lindqvist et al. <sup>29</sup>	2012	Suède	CT CR	Monocentrique	Récupération à 12 mois	284 (116/168)	1990-2005
Walsh et al. <sup>26</sup>	2011	Irlande	CT CP	Monocentrique	Persistant à 12 mois ou transitoire	121 (9/63)	2004-2008
Pondaag et al. <sup>13</sup>	2011	Pays-Bas	CR	Monocentrique	Sévérité neurologique	206	1994-2003
Hervey-Jumper et al. <sup>28</sup>	2011	EU	CT CR	Monocentrique	Sévérité neurologique, récupération à 6 mois	128	2005-2009
Mollberg et al. <sup>4</sup>	2008	Suède	CT CP	Monocentrique	Persistant à 18 mois ou transitoire	98 (18/80)	1999-2001
Chauhan et al. <sup>5</sup>	2005	EU	CT CR	Monocentrique	Persistant à 12 mois ou transitoire	85	1980-2002
Gherman et al. <sup>24</sup>	2003	EU	CT CP	Multicentrique	Persistant à 12 mois ou transitoire	98 (49/49)	1991-1996
Evans-Jones et al. <sup>10</sup>	2003	GB	CP	Multicentrique	Sévérité neurologique, récupération à 6 mois	323	1998-1999
Poggi et al. <sup>25</sup>	2003	EU	CT CR	Monocentrique	Persistant à 24 mois	160 (80/80)	1994-1997
Nehme et al. <sup>31</sup>	2002	France	CT CR	Monocentrique	Récupération « pauvre » ou « bonne » à la fin du suivi	30 (13/17)	1974-1997
Donnelly et al. <sup>23</sup>	2002	Irlande	CT CP	Monocentrique	Persistant à 12 mois ou transitoire	54 (10/44)	1994-1998
Hoeksma et al. <sup>33</sup>	2000	Pays-Bas	CR	Monocentrique	Récupération complète à la fin du suivi	56 (19/37)	1988-1997
Al-Qattan et al. <sup>34</sup>	2000	Arabie Saoudite + Canada	CT CR	Multicentrique	Récupération spontanée « pauvre » des POPB totales	48 (42/6)	?
Al-Qattan et al. <sup>30</sup>	1998	Arabie Saoudite + Canada	CT CR	Multicentrique	Récupération spontanée « pauvre »	191 (45/146)	1991-1995

CT: cas témoin, CR : cohorte rétrospective, CT : cohorte prospective, EU : Etats-Unis, GB : Grande-Bretagne

Facteurs liés à l'atteinte

#### *Fracture de la clavicule*

Une seule étude<sup>27</sup> montrait une association positive entre fracture de la clavicule et récupération spontanée avant 2 mois ( $p < 0,005$ ), avec une limite apportée par le fait que les auteurs supposaient que toutes les POPB ne consultant pas à 2 mois dans le centre où ils étaient convoqués de façon systématique avaient récupéré complètement. Par ailleurs, aucune analyse multivariée n'était disponible. L'hypothèse apportée par les auteurs est qu'en cas de DE, une fracture de la clavicule permet la compression médio-latérale de la ceinture scapulaire et donc un accouchement plus facile.

Toutes les autres études testant cette association ne l'ont pas retrouvée<sup>5.24.33</sup>.

#### *Syndrome de CBH*

Une étude<sup>34</sup> rapportait la présence d'un CBH comme facteur associé à une « mauvaise récupération » dans les POPB totales ( $p=0,02$ ), ce qui n'était pas retrouvé dans une autre série de 56 cas de POPB<sup>33</sup>.

#### *Sévérité neurologique*

Une étude analysait le lien entre récupération et score de Narakas, avec un risque de récupération incomplète ou absente pour les groupes III et IV<sup>10</sup>.

#### *Facteurs sans association retrouvée*

Plusieurs facteurs ont été testés, mais sans association statistique retrouvée : durée de suivi<sup>5</sup>, paralysie diaphragmatique<sup>30.33</sup>, fracture de l'humérus<sup>5.24</sup>, torticolis<sup>28</sup>, latéralité de l'atteinte<sup>5.10.24</sup>.

## Synthèse des résultats

**Tableau 4. Synthèse des résultats de l'analyse bibliographique**

	Association constante	Association inconstante	Absence d'association
Facteurs maternels		Age, IMC, parité	Antécédent de DE, gestité, origine géographique, tabac
Facteurs liés à la grossesse		Diabète	Prise de poids, suspicion de macrosomie
Facteurs liés à l'accouchement	Forces appliquées lors des manœuvres (1 étude)	Induction, analgésie épidurale, manœuvres obstétricales	Terme, épisiotomie, durée du travail, ventouse, voie basse instrumentale, présentation
Facteurs néonataux		Poids de naissance, score d'Apgar	Admission en néonatalogie, pH, taille de naissance, sexe
Facteurs liés à l'atteinte		Fracture claviculaire, CBH	Durée de suivi, paralysie phrénique, fracture humérale, torticolis, latéralité

### Facteurs associés à la survenue d'une POPB en population générale

Une recherche complémentaire a été réalisée sur les facteurs de risque de POPB en population générale. Le but était de mettre en évidence des facteurs qui n'auraient pas été testés dans les études étudiant le risque de POPB d'évolution péjorative.

Les résultats de cette recherche n'a mis en évidence que quelques facteurs non testés dans les études précédemment rapportées : antécédent de POPB<sup>35</sup>, malformation utérine<sup>36</sup>, naissance multiple<sup>37</sup>, utilisation des forceps<sup>37</sup>, professionnel ayant pratiqué l'accouchement<sup>38</sup>, hémorragie sous arachnoïdienne<sup>3</sup>.

Aucune étude analysée au terme de la recherche bibliographique n'a étudié l'éventuelle influence de la catégorie socio-professionnelle, du statut marital ou du niveau de maternité.

### Population et période d'étude

#### Population étudiée

L'ensemble des sujets atteints de POPB et consultant pour la première fois dans le service de Chirurgie Orthopédique Pédiatrique de l'hôpital universitaire Armand Trousseau (Université Pierre et Marie Curie, AP-HP, Paris, France) entre janvier 2007 et avril 2014 ont été analysés. Ceci permet d'avoir un recul minimum d'un an chez les sujets dont la récupération n'était pas complète, ce qui correspond au délai le plus court le plus souvent utilisé dans la littérature pour avoir un suivi de l'évolution<sup>5, 23, 24, 26, 29</sup>.

Pour cette raison, les sujets perdus de vue dont le suivi minimum était inférieur à 1 an étaient exclus de l'analyse. En cas de données manquantes sur l'une des variables requises (date de naissance, sexe, poids de naissance, voie d'accouchement, date de première consultation), le sujet était également exclu.

#### POPB grave

##### Définition

Les POPB graves (POPB G) ont été définis comme les sujets atteints de POPB ayant eu, au cours de leur évolution, au moins une chirurgie, soit primaire (exploration-greffe du plexus brachial), soit secondaire (chirurgie des complications : ténotomie, transfert musculaire pour réanimation d'une fonction, ostéotomie) et/ou une injection de toxine botulinique intramusculaire.

Bien que la communauté chirurgicale n'ait pas défini de consensus sur les critères de chirurgie, la décision de chirurgie primaire était basée sur les critères suivants : une absence de récupération de la force musculaire du biceps contre pesanteur à 4 mois dans les formes proximales et à l'âge de 3 mois dans les pan-plexopathies sans récupération. La réalisation

d'une chirurgie secondaire était prise en fonction de l'existence de complications, du retentissement en terme de qualité de vie et de l'avis de l'enfant et de ses parents.

La réalisation de séances de kinésithérapie n'a pas été retenue comme critère de POPB G, étant donné que des enfants ayant une récupération complète ont pu, au début de leur évolution, en bénéficier.

### Sélection

Les cas de POPB G ont été identifiés sur une base de données informatisée propre au service de chirurgie orthopédique pédiatrique (Polygone).

## POPB non grave

### Définition

Les POPB non graves (POPB NG) ont été définis comme les sujets atteints de POPB et n'ayant jamais eu, au cours de leur évolution et durant la période d'étude, de chirurgie ou d'injection de toxine botulinique.

### Sélection

Il n'existait aucune base de données de sujets atteints de POPB et n'ayant pas eu d'acte chirurgical ou d'injection de toxine botulinique. Après discussion avec des experts de spécialités différentes sur le sujet (Chirurgie Orthopédique Pédiatrique, Néonatalogie, MPR), il a été décidé d'identifier les témoins parmi les nouveau-nés consultant dans leurs 6 premiers mois de vie un des deux chirurgiens experts du service de chirurgie orthopédique pédiatrique.

Cette identification a été réalisée dans un premier temps à partir des listings de consultation disponibles informatiquement depuis janvier 2007 (AgendaWeb). Après avoir établi la liste des nouveau-nés consultant dans leurs 6 premiers mois de vie, les nouveau-nés atteints de POPB ont été extraits. Cette sélection a pu être facilitée par l'existence de codes ou d'annotations spécifiques utilisés lors de la prise des rendez-vous et par la consultation de comptes rendus informatisés lorsqu'ils existaient (Mediweb).

Au terme de ce processus de sélection, une base de données comprenant POPB G et NG a pu être créée.

## Variables étudiées

### Recueil des variables

L'ensemble des variables étudiées a été recueilli à partir des données du dossier d'observation du sujet, qui comprenait au mieux un compte rendu de naissance, le courrier du professionnel adressant et les observations réalisées par le chirurgien orthopédique. Quand ces sources n'étaient pas disponibles, la base de donnée informatique de l'AP-HP était utilisée (Mediweb).

### Variables étudiées et définition

#### Caractéristiques maternelles et de la grossesse

- Multiparité : définie par un antécédent d'accouchement d'un enfant vivant ;
- Grossesse multiple : définie par une grossesse de plus d'un fœtus ;
- Diabète : comprend les antécédents de diabète préexistant à la grossesse ou la survenue d'un diabète gestationnel ;

#### Caractéristiques de l'accouchement

- Type d'accouchement : il pouvait s'agir d'un accouchement par voie basse, par voie basse avec extraction instrumentale ou par césarienne ;
- Type d'instrument utilisé lors des extractions instrumentales : forceps, spatules ou ventouse ;
- Dystocie des épaules : était considérée comme DE si la mention « dystocie des épaules » était notée, si le terme « difficultés aux épaules » était inscrit ou lorsque la réalisation d'une manœuvre obstétricale spécifique était rapportée dans le dossier<sup>39</sup> ;
- Présentation anormale : était définie comme anormale toute présentation autre que



celle du sommet ;

- Manœuvre obstétricale : il s'agissait des manœuvres intra-pelviennes d'extraction réalisées au cours de l'accouchement en cas de dystocie des épaules ou de présentation anormale ;
- Niveau de maternité : il était divisé en 3 types en fonction du niveau de soins aux nouveau-nés. Le niveau I correspond aux maternités disposant d'une unité d'obstétrique, le niveau II à celles ayant une unité d'obstétrique et de néonatalogie et le niveau III à celles possédant en plus des unités d'obstétrique et de néonatalogie une unité de réanimation néonatale<sup>40</sup> ;
- Année d'accouchement: analysés afin de rechercher un effet période ;
- Mois et jour d'accouchement : analysés afin de rechercher un effet calendaire;
- Accouchement prématuré : il était défini comme un terme inférieur à 37 semaines d'aménorrhée.

#### Caractéristiques néonatales

- Poids de naissance : variable analysée en continu et en catégoriel, les catégories étant < 4000 grammes, 4000 – 4499 grammes,  $\geq 4500$  grammes afin de détecter les macrosomies et « grandes » macrosomies<sup>41</sup> ;
- Sexe.

#### Caractéristiques de l'atteinte

- Latéralité : caractérisait l'atteinte unilatérale droite ou gauche, ou bilatérale. En cas d'atteinte bilatérale, le sujet pouvait être classé comme cas ou témoin si les deux côtés appartenaient à la même catégorie. Si l'atteinte bilatérale était différente, les sujets étaient classés comme mixte. Ces derniers n'ont pas été conservés dans les analyses. Dans tous les cas, les sujets bilatéraux ont été considérées comme un seul individu ;
- Fracture de la clavicule, fracture de l'humérus, torticolis, syndrome de CBH, paralysie diaphragmatique : étaient considérés comme présents en cas de mention dans le dossier ;
- Niveau de l'atteinte : la sévérité de l'atteinte neurologique a été déterminée par

l'examen clinique à la première consultation, réalisé par un chirurgien orthopédique pédiatrique spécialisé dans la prise en charge et l'examen des enfants atteints de POPB (Dr Claudia Romana et Pr Franck Fitoussi). Si aucune évaluation n'était disponible à la première consultation (en cas de récupération complète par exemple), le niveau de l'atteinte était défini par celui décrit par le professionnel adressant l'enfant à la consultation.

Un déficit moteur était défini par une cotation inférieure à 3, selon la classification de Gilbert<sup>1</sup>.

Le niveau d'atteinte était défini par un déficit moteur sur un des groupes musculaires sous la commande de la racine cervicale donnée :

- Niveau C5-C6 en cas de déficit sur l'abduction, l'élévation et la rotation externe de l'épaule, la flexion et la supination du coude ;
- Niveau C5-C7 en cas d'atteinte de l'extension du poignet et des doigts ;
- Niveau C8-T1 si un déficit était trouvé sur la flexion des doigts ;
- Niveau C5-T1 quand l'ensemble du bras était atteint.
- Gravité de l'atteinte : définie en fonction du score de Narakas (*cf.* tableau 1).

Dans un souci de limiter le nombre de catégories, le score de Narakas a été modifié en regroupant les deux dernières catégories comprenant les sujets ayant une atteinte complète du membre supérieur et ceux ayant un syndrome de CBH se rajoutant à une parésie de l'ensemble du membre supérieur. Cette « modification » existe déjà dans la littérature<sup>13</sup> sous la classification « atteinte supérieure » correspondant au groupe I de Narakas, « atteinte intermédiaire » correspondant au groupe II et enfin « atteinte totale » correspondant aux groupes III et IV.

- Mobilité de la main à la première consultation : était définie comme présente si la mention en était faite dans le dossier, même en cas de mobilité incomplète.

#### Caractéristiques de la prise en charge initiale

- Age à la première consultation, en jours ;
- Chirurgien référent : il s'agit du premier chirurgien orthopédique pédiatrique consulté dans le centre (CR ou FF), même en cas de changement au cours du suivi ;
- Professionnel adressant : il pouvait s'agir d'un professionnel exerçant en maternité

(pédiatre ou obstétricien), d'un chirurgien orthopédique ou d'autres professionnels (pédiatre, médecin généraliste, médecin MPR, neurologue, etc.) ;

- Kinésithérapie à la première consultation : elle était définie comme absente ou présente

## Stratégie d'analyse et analyses statistiques

### Stratégie d'analyse

Dans un premier temps, une analyse descriptive de l'ensemble de la population d'étude a été conduite. Dans un second temps, l'association des facteurs maternels, obstétricaux et à la survenue d'une POPB G par une analyse univariée puis multivariée.

### Analyses statistiques

Le logiciel Predictive Analytics SoftWare (PASW) Statistics (version 18 ; SPSS, Inc., Chicago, IL) a été utilisé pour l'ensemble des analyses statistiques. Les variables catégorielles ont été analysées en utilisant un test du Chi-2 de Pearson ou un test exact de Fisher quand les effectifs théoriques étaient insuffisants ( $n < 5$ ) ; la comparaison de moyennes a été réalisée en utilisant un test T. Un niveau de  $p < 0,05$  (bilatéral) était considéré comme statistiquement significatif.

Une régression logistique a été appliquée pour modéliser la relation entre survenue d'une POPB G et un éventail de variables catégorielles et continues. L'odds ratio (OR) et son intervalle de confiance à 95% (IC 95%) ont été calculés à partir de cette régression afin de déterminer l'impact de ces paramètres.

Afin de ne pas exclure à tort les facteurs à la limite de la significativité en analyse univariée mais pouvant être associés à la survenue d'une POPB G, il a été décidé d'inclure dans le modèle final toutes les variables dont le  $p$  était inférieur à 0,20 dans l'analyse univariée<sup>42</sup>.

### Données manquantes

Afin de réaliser toutes les analyses sur la même population, des catégories « données manquantes » ont été créées pour chaque variable qualitative. En effet, il n'était pas possible

de réduire la population à un échantillon complet pour toutes les variables, 58 sujets seulement ayant des données complètes.

## Résultats

---

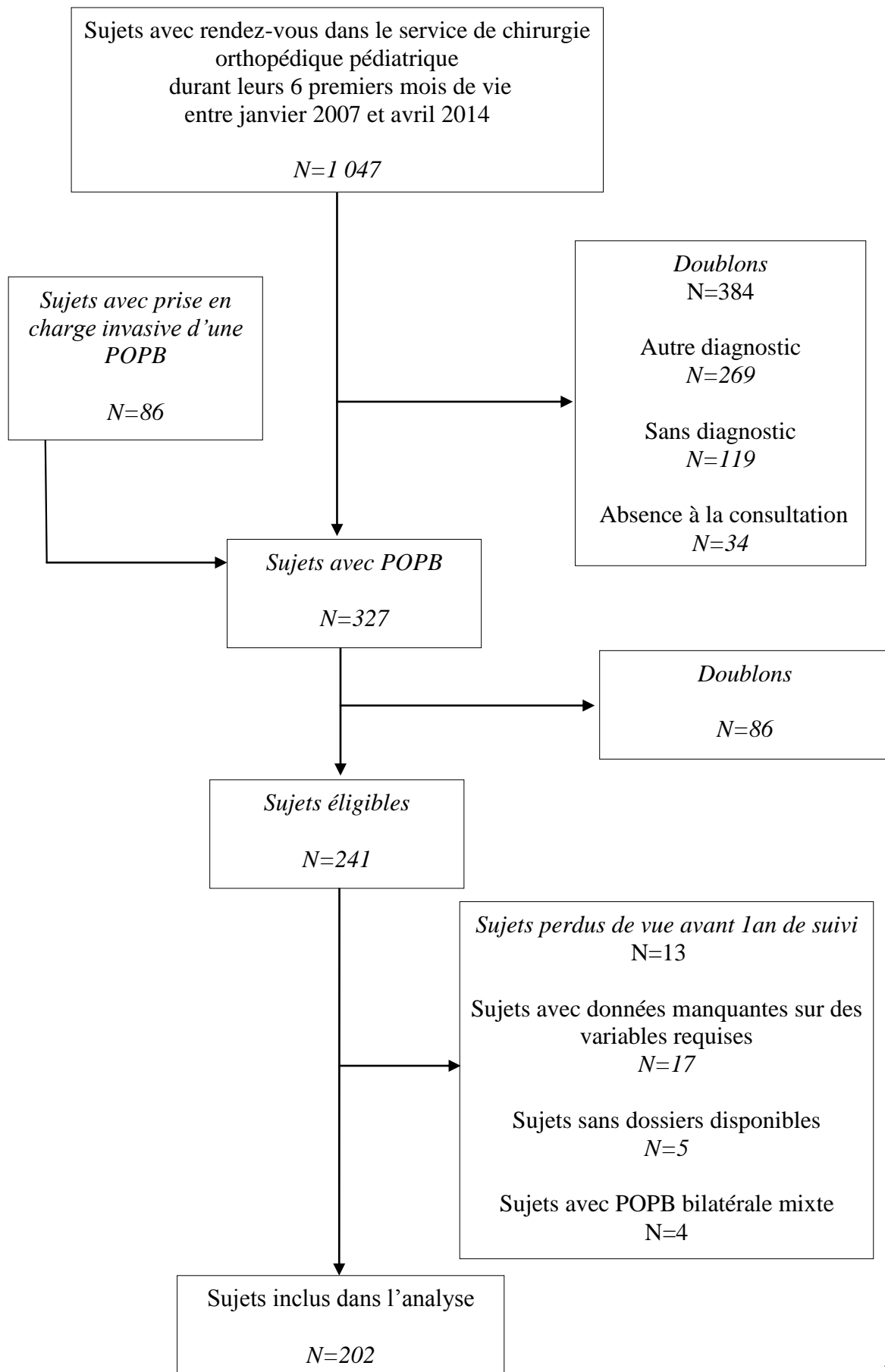
### Analyses descriptives et d'association

Entre janvier 2007 et avril 2014, 241 sujets atteints de POPB ont consulté dans le service de Chirurgie Orthopédique Pédiatrique de l'hôpital Armand Trousseau. Pour cette étude, 35 sujets (14,5 %) ont été exclus : 17 (7 %) avaient une ou de plusieurs données manquantes sur les variables requises, 13 (5,4 %) étaient perdus de vue avec une durée de suivi inférieure à un an, 5 dossiers (2,1 %) étaient indisponibles aux archives. Sur les 206 sujets finalement inclus, 85 (41,3 %) étaient des POPB G, 117 (56,8 %) des POPB NG et 4 des mixtes (1,9 %) (**Figure 7**).

Étant donné que les sujets mixtes ne peuvent être classés dans l'une ou l'autre des deux groupes étudiés de façon exclusive, l'analyse n'a été réalisée que sur 202 sujets.

La durée moyenne de suivi (entre les dates de première et dernière consultation) était respectivement de 1067 ( $\pm$  777) jours pour les POPB G et 240 ( $\pm$  438) jours pour les non graves avec une différence significative ( $p < 0,001$ ).

**Figure 3. Diagramme de sélection des sujets**



Les caractéristiques maternelles et de la grossesse sont résumées dans le **tableau 5**.

Dans le groupe des POPB NG 47 % des mères étaient multipares et 57,6 % l'étaient chez les POPB G, avec une tendance à la significativité dans l'analyse sur données disponibles ( $p = 0,15$ ).

Il y avait 5 grossesses multiples (2,5 %), et 16 mères diabétiques (7,9 %), sans différence entre les deux groupes.

**Tableau 5. Caractéristiques maternelles et de la grossesse**

	POPB NG	POPB G	p*	p**
	N (%)	N (%)		
<u>Parité</u>			0,30	0,15
Primipare	32 (27,4)	17 (20,0)		
Multipare	55 (47,0)	49 (57,6)		
DM	30 (25,6)	19 (22,4)		
<u>Multiple</u>	3 (2,6)	2 (2,4)	>0,99	
<u>Diabète</u>	9 (7,7)	7 (8,2)	0,89	

DM : données manquantes ; p\* avec catégorie DM ; p\*\* sur données disponibles ; POPB NG : POPB non grave ; POPB G : POPB grave

Concernant les caractéristiques de l'accouchement, résumées dans le **tableau 6**, la seule variable différant entre les 2 groupes de façon significative ( $p = 0,04$ ) était l'existence d'un accouchement prématuré, avec 7 cas ayant une naissance prématurée (8,2 %) versus 2 témoins (1,7 %). 4,4 % des accouchements de la cohorte étaient prématurés.

Il existait une tendance à la significativité pour la dystocie des épaules ( $p = 0,14$ ) et l'existence d'une présentation anormale ( $p = 0,10$ ) chez les POPB G. Plus de la moitié (52 %) des accouchements se déroulaient sans dystocie des épaules, et la majorité des accouchements (95 %) étaient des présentations du sommet.

Aucune différence statistiquement significative n'a été retrouvée pour le type d'accouchement, avec 138 accouchements par voie basse (68,3 %), 57 par voie basse instrumentale (28,2 %) et 7 césariennes (3,5 %).

**Tableau 6. Caractéristiques de l'accouchement**

	POPB NG	POPB G	p*	p**
	N (%)	N (%)		
<u>Type d'accouchement</u>			0,34	
Voie basse	80 (68,4)	58 (68,2)		
Voie basse instrumentale	31 (26,5)	26 (30,6)		
Césarienne	6 (5,1)	1 (1,2)		
<u>Dystocie des épaules</u>	51 (43,6)	46 (54,1)	0,14	
<u>Présentation anormale</u>	3 (2,6)	7 (8,2)	0,10	
<u>Manœuvres obstétricales</u>	15 (12,8)	8 (9,4)	0,45	
<u>Accouchement prématuré</u>	2 (1,7)	7 (8,2)	0,04	
<u>Niveau de maternité</u>				
I	18 (15,4)	14 (16,5)	0,56	0,83
II	40 (34,2)	26 (30,6)		
III	34 (29,1)	20 (23,5)		
DM	25 (21,4)	25 (29,4)		

DM : données manquantes ; p\* avec catégorie DM ; p\*\* sur données disponibles ;  
POPB NG : POPB non grave ; POPB G : POPB grave

Le type d'instrument utilisé lors des accouchements par voie basse instrumentale ne différait pas non plus entre les deux groupes (**tableau 7**), avec une utilisation des forceps qui semblait prédominante dans ce type d'accouchement. Plusieurs instruments pouvaient être utilisés lors d'un même accouchement.

**Tableau 7. Type d'instrument utilisé lors des voies basses instrumentales**

	POPB NG	POPB G	p
	N (%)	N (%)	
Forceps	20 (64,5)	15 (57,7)	0,60
Ventouse	6 (19,4)	9 (34,6)	0,19
Spatule	7 (22,6)	4 (15,4)	0,49

POPB NG : POPB non grave ; POPB G : POPB grave

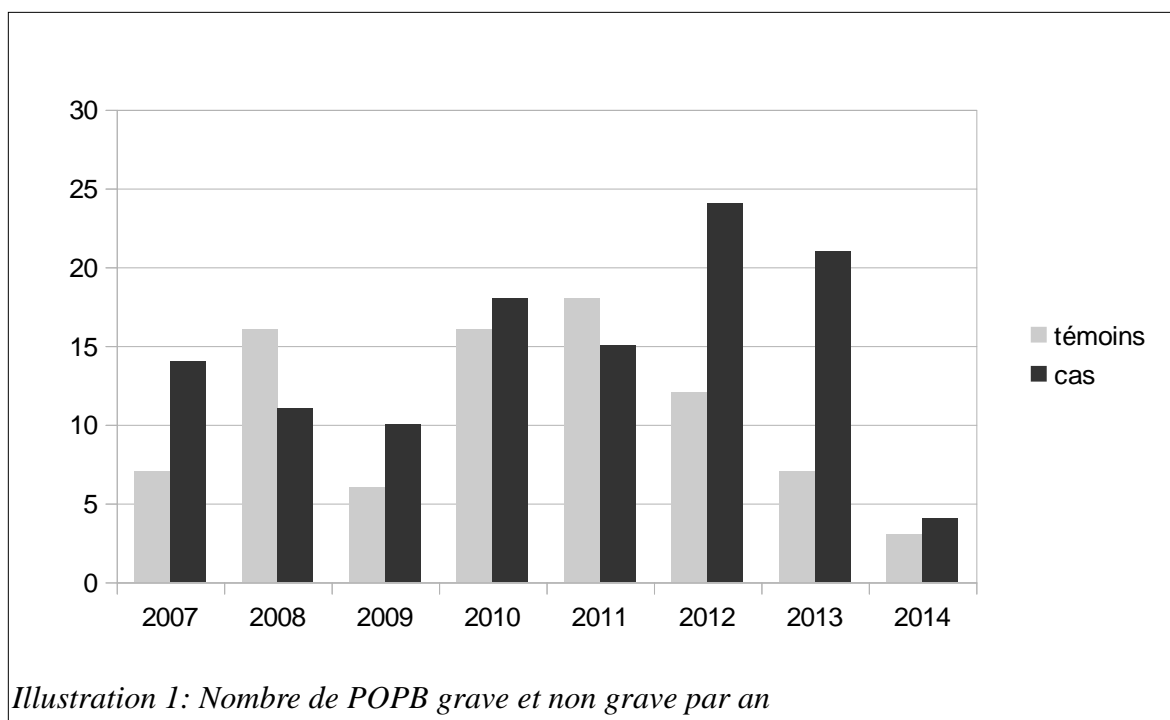
La réalisation de manœuvres obstétricales intra-pelviennes, que ce soit pour résoudre une dystocie des épaules ou une présentation anormale, n'était pas associée à la survenue



d'une POPB G ( $p = 0,45$ ). Elles ont été retrouvées dans 11,4 % des accouchements de la cohorte d'étude.

Le niveau de maternité n'était pas associé à la survenue d'une POPB G, avec 32 (15,8 %) accouchements se déroulant en maternité de type I, 66 (32,7 %) en maternité de niveau II et 54 (26,7 %) en maternité de niveau III. 24,8 % des données étaient manquantes pour cette variable.

Les facteurs temporels ont été étudiés et sont présentés dans les illustrations 1, 2 et 3. Seule une tendance a été retrouvée pour un effet période associé à la survenue d'une POPB G ( $p = 0,14$ ). Aucune association temporelle n'a été retrouvée avec les mois de l'année ( $p=0,78$ ) et les jours de la semaine ( $p=0,20$ ).



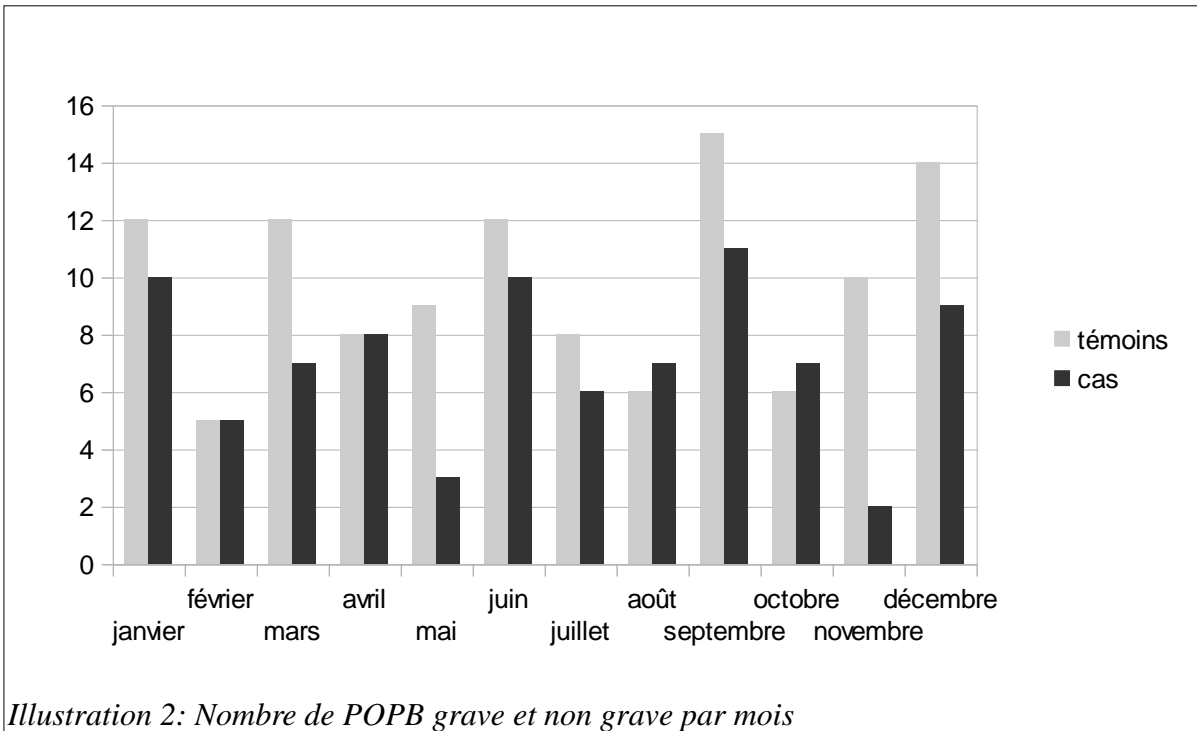


Illustration 2: Nombre de POPB grave et non grave par mois

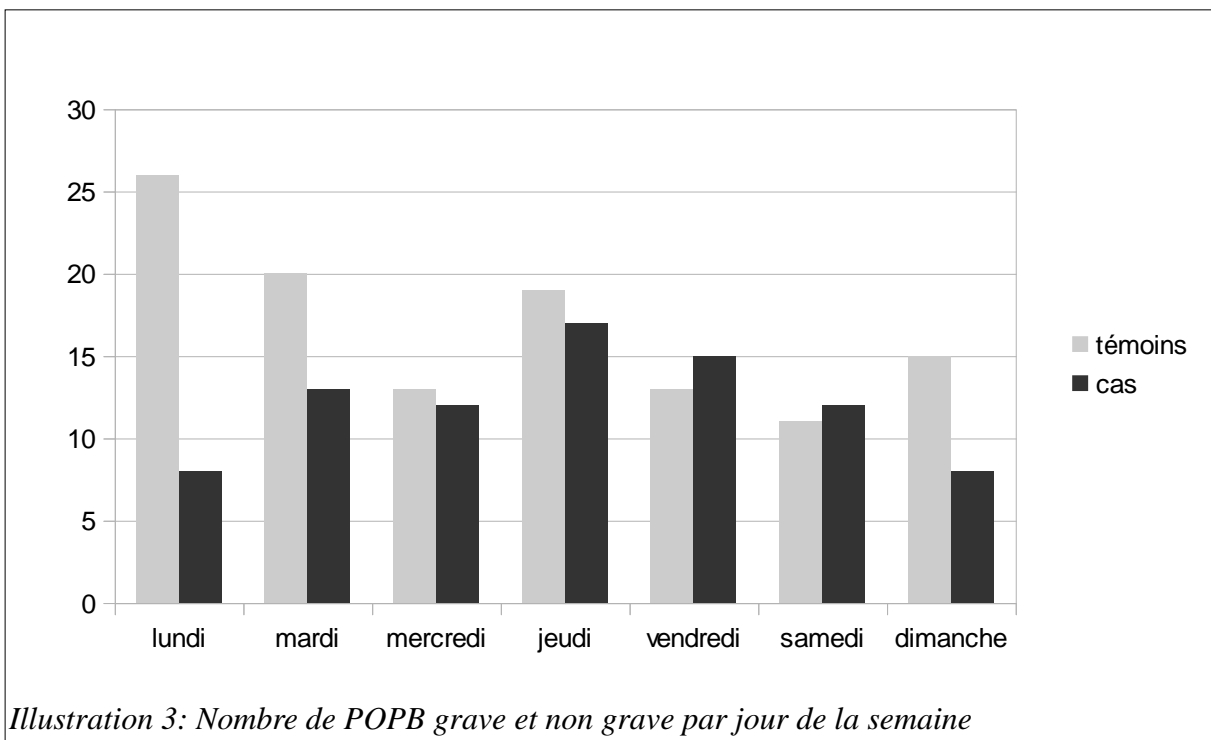


Illustration 3: Nombre de POPB grave et non grave par jour de la semaine

Les caractéristiques néonatales sont listées dans le **tableau 8**.

Le sexe ratio était de 0,98 garçon pour une fille. Seul le sexe féminin était significativement associé à la survenue d'une POPB G ( $p=0,02$ ), avec 60 % de filles chez les cas contre 43,6 % chez les POPB NG.

La distribution des poids de naissance n'était pas significativement différente entre les 2 groupes ( $p=0,76$ ), que ce soit en continu, avec un poids moyen à  $3941\pm 734$  grammes chez les POPB G contre  $3970\pm 525$  grammes chez les POPB NG, ou en catégoriel. 93 (46,0%) nouveau-nés étaient macrosomes, dont 33 (35,5%) avaient un poids de naissance supérieur à 4500 grammes.

**Tableau 8. Caractéristiques néonatales**

	POPB NG	POPB G	p*
	<b>Moyenne (<math>\pm</math> ET)</b>	<b>Moyenne (<math>\pm</math> ET)</b>	
<u>Poids (grammes)</u>	3970 (525)	3941 (734)	0,76
	<b>N (%)</b>	<b>N (%)</b>	
<u>Poids (grammes)</u>			0,38
<4000	63 (53,8)	46 (54,1)	
4000-4499	38 (32,5)	22 (25,9)	
$\geq 4500$	16 (13,7)	17 (20,0)	
<u>Sexe</u>			0,02
Masculin	66 (56,4)	34 (40,0)	
Féminin	51 (43,6)	51 (60,0)	

ET : écart-type; POPB NG : POPB non grave ; POPB G : POPB grave

Une stratification par le statut diabétique était impossible en raison du trop faible taux de diabète maternel. Une stratification sur la parité n'a montré aucune différence statistiquement significative entre les 2 groupes dans chacune des strates.

Le **tableau 9** résume les caractéristiques liées à l'atteinte.

Deux sujets (<1 %) avaient une atteinte bilatérale non mixte, équitablement répartis entre cas de POPB G et NG. 82 (40,6 %) sujets avaient une atteinte unilatérale gauche, tandis que 116 (57,4 %) avaient une atteinte unilatérale droite, sans qu'aucune différence ne soit retrouvée entre les 2 groupes ( $p=0,52$ ).

Aucune différence n'était retrouvée en terme de lésions associées, tant pour la présence d'une fracture claviculaire ( $p=0,23$ ), humérale ( $p=0,72$ ), d'un torticolis ( $p=0,40$ ) ou d'une paralysie diaphragmatique ( $p=0,99$ ). Aucune paralysie faciale n'a été constatée parmi les sujets de cette cohorte, et aucun dossier n'a fait la mention d'une côte cervicale. On retrouvait

23 (11,4 %) sujets atteints d'au moins une fracture claviculaire, 8 ayant au moins une fracture humérale (4,0 %), 7 (3,5 %) souffrant d'une paralysie diaphragmatique uni ou bilatérale et 6 (4,0 %) sujets présentant un torticolis.

**Tableau 9. Caractéristiques liées à l'atteinte**

	POPB NG	POPB G	p*	p**
	N (%)	N (%)		
<u>Latéralité de l'atteinte</u>			0,52	0,52
Gauche	51 (43,6)	31 (36,5)		
Droite	63 (53,8)	53 (62,4)		
Bilatérale	1 (0,9)	1 (1,2)		
DM	2 (1,7)	0 (0,0)		
<u>Fracture claviculaire</u>	16 (13,7)	7 (8,2)	0,23	
<u>Fracture humérale</u>	4 (3,4)	4 (4,7)	0,72	
<u>Torticolis</u>	5 (4,3)	1 (1,2)	0,40	
<u>Paralysie diaphragmatique</u>	4 (3,4)	3 (3,5)	>0,99	
<u>CBH</u>	0 (0,0)	33 (38,8)	<0,001	
<u>Score de Narakas</u>			<0,001	<0,001
I	62 (53,0)	19 (22,4)		
II	11 (9,4)	22 (25,9)		
≥ III	1 (0,9)	41 (48,2)		
DM	43 (36,8)	3 (3,5)		
<u>Mobilité de la main à C1</u>			<0,001	<0,001
Présente	116 (99,1)	66 (77,6)		
Absente	0 (0,0)	14 (16,5)		
DM	1 (0,9)	5 (5,9)		

DM : données manquantes ; p\* avec catégorie DM ; p\*\* sur données disponibles ;

C1 : première consultation avec le chirurgien référent ; CBH : syndrome de Claude Bernard-Horner ;

POPB NG : POPB non grave ; POPB G : POPB grave

Il existait une relation statistiquement significative entre survenue d'une POPB G et sévérité de l'atteinte, qu'elle soit mesurée par la présence d'un syndrome de CBH ( $p < 0,001$ ), par l'absence de mobilité de la main à la première consultation ( $p < 0,001$ ), ou par le score de Narakas ( $p < 0,001$ ). Les niveaux d'atteinte se répartissaient comme suit : 81 (40,1 %) sujets avaient une atteinte C5-C6, 33 (16,3 %) avaient une atteinte C5-C7, et 42 (20,8 %) une atteinte C5-T1. Aucun sujet ne présentait d'atteinte C8-T1 (paralysie de Klumpke).

Enfin, les caractéristiques à la prise en charge initiale sont présentées dans le **tableau 10**.

**Tableau 10. Caractéristiques à la prise en charge initiale**

	POPB NG	POPB G	p*	p**
	Moyenne (± ET)	Moyenne (± ET)		
<u>Age à C1 (jours)</u>	58 (40)	95 (76)	<0,001	
	N (%)	N (%)		
<u>Chirurgien référent</u>			0,98	
Pr FF	15 (12,8)	11 (12,9)		
Dr CR	102 (87,2)	74 (87,1)		
<u>Professionnel adressant</u>			<0,001	0,001
Chirurgien orthopédique	10 (8,5)	15 (17,6)		
Médecin de maternité	74 (63,2)	21 (24,7)		
Autres	20 (17,1)	13 (15,3)		
DM	13 (11,1)	36 (42,4)		
<u>Kinésithérapie à C1</u>			<0,001	0,05
Présente	38 (32,5)	21 (24,7)		
Absente	68 (58,1)	18 (21,2)		
DM	11 (9,4)	46 (54,1)		

ET : écart-type ; DM : données manquantes ; p\* avec catégorie DM ; p\*\* sur données disponibles ; C1 : première consultation avec le chirurgien référent ; Pr FF : Pr Franck Fitoussi ; Dr CR : Dr Claudia Romana ; POPB NG : POPB non grave ; POPB G : POPB grave

Il existait une relation entre âge à la 1ère consultation et survenue d'une POPB G, avec un délai plus court chez les POPB NG ( $p < 0,001$ ).

Le type du professionnel adressant était aussi associé puisque les témoins étaient plus souvent adressés par des médecins de maternité (pédiatres ou gynécologues-obstétriciens,  $p \leq 0,001$ ) et les cas par des chirurgiens orthopédiques ( $p \leq 0,001$ ). Les autres professionnels adressant les sujets en consultation étaient, par ordre décroissant de fréquence : pédiatres de ville ( $n=26$ ), pédiatres de PMI ( $n=6$ ), médecins généralistes ( $n=3$ ), médecins MPR ( $n=8$ ), ophtalmologues

(n=3) neurologue (n=1). On retrouve 3 patients adressés via l'association de victimes de POPB, l'A-BRAS et 4 par leur kinésithérapeute.

Il n'y avait aucun lien entre le chirurgien référent et la survenue d'une POPB G ( $p=0,98$ ), avec une proportion quasi similaire de sujets des deux groupes vus par chacun des praticiens (environ 13 % de POPB G pour 87 % de POPB NG).

Une autre association retrouvée était celle de l'absence ou de la présence d'une prescription de kinésithérapie à la première consultation. Lorsque l'analyse était réalisée sur les données manquantes, la présence d'une donnée manquante était statistiquement associée à la survenue d'une POPB G, avec 54,1 % de données manquantes ( $p<0,001$ ). Quand l'analyse était réalisée sur les données disponibles, persistait une tendance ( $p=0,05$ ) associant l'absence de séances de kinésithérapie à la survenue d'une POPB NG.

## Facteurs de risque de POPB grave : association en analyse univariée

La force de l'association a été déterminée pour les facteurs retrouvés avec une association statistiquement significative ou à la limite de la significativité.

### Facteurs maternels et de la grossesse

Aucun des facteurs testés n'a été retrouvé comme statistiquement significatif. Aucune mesure d'association n'a donc été testée.

### Facteurs liés à l'accouchement

Les résultats sont listés dans le **tableau 11**.

La force de l'association entre accouchement prématuré et survenue d'une POPB G était mesuré par un OR à 5,16, IC 95 (1,04-25,50).

Concernant les deux facteurs pour lesquels il existait une tendance à la significativité, on retrouvait un OR pour la dystocie des épaules à 1,53, IC 95 (0,87-2,68) et à 3,41 (0,86-13,59) pour la présence d'une présentation anormale.

Une tendance à un effet période était retrouvée (p=0,16), mais sans différence significative pour une année donnée.

**Tableau 11. Facteurs de l'accouchement liés à la survenue d'une POPB grave**

	<b>OR (IC95%)</b>	<b>p</b>
<u>Accouchement prématuré</u>		0,04
Non	Ref.	
Oui	5,16 (1,04-25,50)	
<u>Dystocie des épaules</u>		0,14
Non	Ref.	
Oui	1,53 (0,87-2,68)	
<u>Présentation anormale</u>		0,08
Non	Ref.	
Oui	3,41 (0,86-13,59)	
<u>Année de naissance</u>		0,16
2007	Ref.	
2008	2,91 (0,89-9,55)	
2009	1,20 (0,31-4,67)	
2010	1,78 (0,57-5,50)	
2011	2,40 (0,77-7,48)	
2012	1,00 (0,32-3,13)	
2013	0,67 (0,19-2,32)	
2014	1,50 (0,26-8,64)	

OR : Odds ratio ; IC95 : intervalle de confiance à 95% ;  
POPB NG : POPB non grave ; POPB G : POPB grave

### Facteurs néonataux, liés à l'atteinte et à la prise en charge initiale

L'ensemble des mesures d'association concernant les facteurs néonataux, liés à l'atteinte et à la prise en charge initiale sont présentés dans le **tableau 12**.

Concernant les facteurs néonataux, seul le sexe était associé de façon significative à la survenue d'une POPB G, avec un OR à 1,94, IC 95 (1,10-3,42) pour le sexe féminin.

**Tableau 12. Facteurs néonataux, de l'atteinte et de la prise en charge initiale liés à la survenue d'une POPB grave**

	OR (IC95%)	p
<u>Sexe</u>		0,02
Masculin	Ref.	
Féminin	1,94 (1,10-3,42)	
<u>Score de Narakas</u>		<0,001
I	Ref.	
II	6,53 (2,69-15,86)	
≥ III	133,79 (17,24-1038,45)	
DM	0,23 (0,06-0,82)	
<u>Age à C1 (en jours)</u>	1,01 (1,01-1,02)	<0,001
<u>Kinésithérapie à C1</u>		<0,001
Absente	Ref.	
Présente	2,09 (0,99-4,39)	
DM	15,80 (6,8-36,53)	
<u>Professionnel adressant</u>		<0,001
Médecin de maternité	Ref.	
Chirurgien orthopédique	5,29 (2,07-13,47)	
Autres	2,29 (0,98-5,36)	
DM	9,76 (4,39-21,68)	

DM : données manquantes ; C1 : première consultation avec le chirurgien référent ;  
POPB NG : POPB non grave ; POPB G : POPB grave

Pour les facteurs liés à l'atteinte, le score de Narakas, la mobilité de la main à la première consultation et la présence d'un syndrome de CBH étaient significativement associés à la survenue d'une POPB G. L'ensemble de ces facteurs était contenu dans le score de Narakas. En effet, l'absence de mobilité de la main à la première consultation et le syndrome de CBH sont classées dans les groupes ≥ III du score de Narakas.



La force de l'association a donc été mesurée, avec un effet dose puisque l'OR mesurant l'association entre groupe II du score de Narakas et survenue d'une POPB G était de 6,53, IC 95 (2,69-15,86) et l'OR mesurant celle avec les groupes  $\geq$  III du score de Narakas était à 133,79, IC 95 (17,24-1038,45). A noter que le fait d'avoir une donnée manquante sur le score était un facteur protecteur pour la survenue d'une POPB G, avec un OR à 0,23, IC 95 (0,06-0,82).

Concernant les facteurs liés à la prise en charge initiale, l'âge à la première consultation était associé à la survenue d'une POPB G, avec un sur-risque de 1% par jour supplémentaire entre la naissance et la consultation ( $p < 0,001$ ).

La kinésithérapie à la première consultation était liée à la survenue d'une POPB G, mais seulement sur la catégorie « données manquantes », avec un OR à 15,80, IC 95 (6,8-36,53).

Enfin, le type du professionnel adressant le nouveau-né en consultation spécialisée était significativement associé à la survenue d'une POPB G, avec un sur-risque si un chirurgien orthopédique adressait l'enfant. L'OR mesurant cette association était à 5,29, IC 95 (2,07-13,47). A noter qu'avoir une donnée manquante sur cette variable était aussi lié à la survenue d'une POPB G, avec un OR à 9,76, IC 95 (4,39-21,68).

## Facteurs associés à la survenue d'une POPB grave : analyse multivariée

### Modèle multivarié de départ: modèle 1

Nous avons décidé dans un premier temps de construire un modèle multivarié incluant l'ensemble des variables statistiquement significatives lors de l'analyse univariée (**tableau 13**). Afin d'éviter un sur-ajustement, seul le score de Narakas a été utilisé, cette variable étant très corrélée au syndrome de CBH et à la mobilité de la main à la première consultation.

Après ajustement, l'association entre professionnel adressant et POPB G ne se maintient pas globalement, mais uniquement pour la catégorie « données manquantes », ce qui n'a pas de significativité clinique apparente.

**Tableau 13. Facteurs indépendants associés à la survenue d'une POPB grave**

	Analyse univariée OR bruts (IC 95%)	p*	Modèle 1 OR ajustés (IC 95%)	p**
<u>Accouchement prématuré</u>		0,04		0,07
Non	Ref.		Ref.	
Oui	5,16 (1,04-25,50)		10,96 (0,84-143,74)	
<u>Sexe</u>		0,02		0,03
Masculin	Ref.		Ref.	
Féminin	1,94 (1,10-3,42)		<b>2,98 (1,07-8,29)</b>	
<u>Age à C1 (en jours)</u>	1,01 (1,01-1,02)	<0,001	1,01 (1,00-1,02)	0,06
<u>Score de Narakas</u>		<0,001		<0,001
I	Ref.		Ref.	
II	6,53 (2,69-15,86)		<b>15,25 (4,18-55,61)</b>	
≥ III	133,79 (17,24-1038,45)		<b>212,52 (20,75-2177,03)</b>	
DM	0,23 (0,06-0,82)		<b>0,13 (0,02-0,83)</b>	
<u>Kinésithérapie à C1</u>		<0,001		<0,001
Absente	Ref.		Ref.	
Présente	2,09 (0,99-4,39)		1,70 (0,48-6,01)	
DM	15,80 (6,8-36,53)		<b>18,23 (4,09-81,25)</b>	
<u>Professionnel adressant</u>		<0,001		0,17
Maternité	Ref.		Ref.	
Chirurgie orthopédique	5,29 (2,07-13,47)		1,45 (0,32-6,63)	
Autres	2,29 (0,98-5,36)		1,68 (0,39-7,28)	
DM	9,76 (4,39-21,68)		<b>5,32 (1,22-23,07)</b>	

DM : données manquantes ; C1 : première consultation avec le chirurgien référent ; p\* : degré de significativité pour l'analyse univariée ; p\*\* : degré de significativité pour le modèle 1 ; résultats significatifs en gras.

Pour la variable « kinésithérapie à la première consultation », l'association reste significative en global mais l'association se retrouve uniquement pour la catégorie données manquantes, où leur nombre est plus important chez les cas graves.

L'association entre accouchement prématuré et POPB G, qui était statistiquement significative en analyse univariée, devient une tendance après ajustement sur les autres facteurs ( $p=0,07$ ). De même, l'effet de l'âge à la première consultation devient à la limite de la significativité ( $p=0,06$ ).

Enfin, les associations entre le sexe ( $p=0,03$ ), le score de Narakas ( $p<0,001$ ) et à la survenue d'une POPB G restent significatifs même après ajustement.

### **Construction d'un modèle multivarié**

A partir du modèle 1 de départ, nous avons décidé de construire un modèle avec un nombre moins important de variables, en excluant la variable « professionnel adressant » et « kinésithérapie à C1 ». En effet, après ajustement, ces variables n'étaient significatives que sur la catégorie « données manquantes ».

Le rationnel pour minimiser le nombre de variables dans un modèle est que le modèle résultant a plus de probabilités d'être stable numériquement. En effet, plus un modèle comprend de variables, plus les erreurs standards estimées sont grandes et plus le modèle devient dépendant des données observées<sup>42</sup>.

Cependant, nous avons décidé d'inclure successivement d'autres variables proches de la significativité et potentiellement pertinentes d'un point de vue clinique : accouchement prématuré, dystocie des épaules, présentation, année. Cette approche repose sur un contrôle complet d'un éventuel effet de confusion avec l'adjonction de ces variables. En effet, il est possible que des variables individuellement ne présentent pas d'effet de confusion fort, mais que prises ensemble cet effet soit plus important.

Le problème majeur avec cette approche est que le modèle peut être « overfit », ce qui produit des estimations instables numériquement<sup>42</sup>.

Néanmoins, nous avons décidé de tester l'ensemble de ces approches afin d'apporter des hypothèses explicatives aux résultats trouvés. La composition des différents modèles multivariés testés est résumée dans le **tableau 14**.

**Tableau 14. Variables incluses dans les différents modèles**

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
<b>Année</b>				
<b>Dystocie des épaules</b>				
<b>Présentation</b>				
<b>Terme</b>				
<b>Sexe</b>				
<b>Age à C1</b>				
<b>Score de Narakas</b>				
<b>Professionnel adressant</b>				
<b>Kinésithérapie à C1</b>				

### Mesure de l'association dans différents modèles multivariés

Nous avons testé l'association entre les paramètres sélectionnés et la survenue à travers différents modèles dont les résultats sont présentés dans le **tableau 15**.

Dans le modèle 2 qui est le modèle minimal, nous avons inclus les facteurs indépendants associés à la survenue d'une POPB G retrouvés dans le modèle 1 que sont le sexe, l'âge à la première consultation, le score de Narakas. Nous y avons inclus un paramètre cliniquement pertinent et à la limite de la significativité, l'accouchement prématuré.

Dans ce modèle, les facteurs indépendants se maintiennent, avec une augmentation du risque lié au sexe féminin puisque l'OR brut était à 1,94, IC95 (1,10-3,42) et l'OR ajusté dans le modèle 2 devient 3,10, IC95 (1,28-7,48). La force de l'association entre âge à la première consultation et POPB G reste parfaitement stable avec un OR ajusté à 1,01, IC95 (1,01-1,02).

La force de l'association augmente aussi pour le score de Narakas avec des OR ajustés à 7,27, IC95 (2,78-18,99) et 154,79, IC95 (18,91-1266,71) versus des OR bruts à 6,53, IC95(2,69-15,86) et 133,79, IC95(17,24-1038,45), pour les scores II et  $\geq$  III respectivement.

L'association entre accouchement prématuré et POPB G reste toujours à la limite de la significativité ( $p=0,19$ ), avec une force de l'effet qui a tendance à diminuer, l'OR ajusté dans le modèle 2 étant à 3,77, IC95 (0,52-27,18) versus 10,96, IC95 (0,84-143,74) dans le modèle 1.

Dans le modèle 3, nous avons ajouté aux variables du modèle 2 deux facteurs liés à l'accouchement que sont la dystocie des épaules et la présentation anormale, pour lesquels une tendance avait été retrouvée par l'analyse univariée.

Dans ce modèle, l'association entre présentation anormale devient statistiquement significative avec un OR ajusté à 11,25, IC95 (1,16-108,76), mais avec un intervalle de confiance large. L'association entre POPB grave et dystocie des épaules reste limite avec un OR ajusté à 2,51, IC95 (0,97-6,47),  $p=0,06$ .

Les facteurs indépendants que sont le sexe féminin et le score de Narakas retrouvés dans le modèle 2 ne diminuent pas et ont tendance à augmenter. L'âge à la première consultation reste un facteur indépendamment associé à la survenue d'une POPB G, avec une force d'association stable.

L'accouchement prématuré, facteur à la limite de la significativité dans les deux derniers modèles n'est plus significatif dans ce modèle ( $p=0,20$ ).

**Tableau 15. Facteurs indépendants associés à la survenue d'une POPB grave dans différents modèles**

	Analyse univariée	p*	Modèle 2	p**	Modèle 3	p***	Modèle 4	p****
	OR (IC 95%)		OR (IC 95%)		OR (IC 95%)		OR (IC 95%)	
<u>Accouchement prématuré</u>		0,04		0,19		0,20		0,20
Non	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
Oui	5,16 (1,04-25,50)		3,77 (0,52-27,18)		4,18 (0,46-37,73)		4,18 (0,46-37,73)	
<u>Sexe</u>		0,02		0,01		0,01		0,01
Masculin	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
Féminin	1,94 (1,10-3,42)		<b>3,10 (1,28-7,48)</b>		<b>3,52 (1,40-8,85)</b>		<b>3,58 (1,35-9,48)</b>	
<u>Age à C1 (en jours)</u>	1,01 (1,01-1,02)	<0,001	<b>1,01 (1,01-1,02)</b>	0,01	<b>1,01 (1,01-1,02)</b>	0,02	<b>1,02 (1,01-1,03)</b>	0,02
<u>Score de Narakas</u>		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001
I	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
II	6,53 (2,69-15,86)		<b>7,27 (2,78-18,99)</b>	<0,001	<b>8,03 (2,97-21,67)</b>	<0,001	<b>8,72 (2,81-27,10)</b>	<0,001
≥ III	133,79 (17,24-1038,45)		<b>154,79 (18,91-1266,71)</b>	<0,001	<b>179,00 (20,75-1544,23)</b>	<0,001	<b>232,91 (25,33-2141,71)</b>	<0,001
DM	0,23 (0,06-0,82)		<b>0,18 (0,04-0,83)</b>	0,03	<b>0,19 (0,04-0,87)</b>	0,03	<b>0,12 (0,02-0,64)</b>	0,01
<u>Présentation anormale</u>		0,08				0,04		0,12
Non	Ref.				Ref.		Ref.	
Oui	3,41 (0,86-13,59)				<b>11,25 (1,16-108,76)</b>		6,43 (0,63-65,33)	
<u>Dystocie des épaules</u>		0,14				0,06		0,04
Non	Ref.				Ref.		Ref.	
Oui	1,53 (0,87-2,68)				2,51 (0,97-6,47)		<b>2,99 (1,05-8,49)</b>	
<u>Année (cf tableau 17)</u>		0,16						0,21

DM : données manquantes ; C1 : première consultation avec le chirurgien référent ; p\* : degré de significativité pour l'analyse univariée ; p\*\* : degré de significativité pour le modèle 2 ; p\*\*\* : degré de significativité pour le modèle 3 ; p\*\*\*\* : degré de significativité pour le modèle 4 ; résultats significatifs en gras.

Dans le modèle 4, qui contient les mêmes variables que le modèle 3, nous avons inclus l'année d'accouchement afin de tester un effet période qui semblait être associé à une sur-représentation des cas graves pour l'année 2008 et à une sous-représentation pour l'année 2013 (p=0,16).

L'année n'est donc pas un facteur indépendant associé à la survenue d'une POPB (**tableau 16**), avec p=0,21.

**Tableau 16. Analyse d'un effet période dans le modèle 4**

	Analyse univariée	p*	Modèle 4	p****
	OR (IC 95%)		OR (IC 95%)	
<u>Année de naissance</u>		0,16		0,21
2007	Ref.		Ref.	
2008	2,91 (0,89-9,55)		3,78 (0,61-23,46)	0,15
2009	1,20 (0,31-4,67)		0,89 (0,13-6,15)	0,91
2010	1,78 (0,57-5,50)		0,45 (0,08-2,63)	0,37
2011	2,40 (0,77-7,48)		1,59 (0,27-9,48)	0,61
2012	1,00 (0,32-3,13)		0,38 (0,06-2,32)	0,30
2013	0,67 (0,19-2,32)		0,38 (0,05-2,76)	0,31
2014	1,50 (0,26-8,64)		3,07 (0,15-63,15)	0,47

p\*: degré de significativité pour l'analyse univariée ; p\*\*\*\* : degré de significativité pour le modèle 4

Les facteurs indépendants précédemment retrouvés (sexe féminin, âge à la première consultation, score de Narakas) se maintiennent dans ce modèle, à l'exception de la présentation anormale, qui n'est plus significative (p=0,12).

Un nouveau facteur indépendant dans ce modèle est la dystocie des épaules, avec un OR ajusté à 2,99, IC95 (1,05-8,49).

## Discussion

---

### Résumé des principaux résultats

Dans cette cohorte de 202 sujets atteints de POPB, le taux de POPB grave était de 41,3 % .

Trois facteurs indépendants étaient associés à la survenue d'une POPB grave : le sexe féminin, l'âge à la première consultation et le score de Narakas.

D'autres facteurs étaient associés de façon inconstante à la survenue d'une POPB grave, parmi lesquels la dystocie des épaules, la présentation anormale et l'accouchement prématuré.

### Hypothèses explicatives

#### Facteurs indépendants associés à la survenue d'une POPB grave

**Le sexe féminin** a été retrouvé comme associé à la survenue de POPB G dans notre cohorte. Cette association était particulièrement stable dans tous les modèles multivariés avec un risque de 3 à 3,5 fois plus important d'avoir une POPB G pour les filles que les garçons.

Ce résultat, certes surprenant, reste plausible puisque d'autres auteurs rapportent un sexe ratio différent en fonction des pathologies<sup>43</sup>. Une étude des facteurs de risque de survenue de POPB rapportait le sexe féminin comme facteur associé à la survenue d'une POPB en population générale, mais sans préjuger de la récupération neurologique<sup>44</sup>.

Néanmoins, aucune étude ne retrouve de lien entre sexe et évolution des POPB, que ce soit sur leur caractère persistant à 24 mois<sup>25</sup>, ou leur niveau d'atteinte déterminée à 3 mois<sup>13</sup>.

Une différence biologique pourrait être à l'origine de ce résultat, en raison d'une susceptibilité particulière à la pathologie, qu'elle soit d'ordre génétique, anatomique ou



hormonal. Une récupération neurologique non similaire selon le sexe pourrait également être en cause

Une étude sur la paralysie cérébrale rapportait une plus grande proportion de sujets de sexe féminin dans les accouchements à terme<sup>45</sup>. Il n'a pas été retrouvé d'étude rapportant de façon spécifique une meilleure récupération de pathologie neurologique en fonction du sexe, bien qu'il ait été évoqué un possible rôle neuro-protecteur des hormones féminines<sup>46</sup> dans les pathologies du système nerveux central, ce qui ne va pas dans le sens de nos résultats. Par ailleurs, aucun facteur anatomique conférant une susceptibilité à l'atteinte du plexus brachial n'existe à notre connaissance.

Une autre hypothèse pourrait être une différence en terme de mortalité périnatale en cas de naissance « traumatique »: les garçons ne survivraient pas et ne pourraient donc pas présenter de POPB sévère susceptible de nécessiter une prise en charge médico-chirurgicale lourde, comparativement aux filles, qui résisteraient mieux au traumatisme, et seraient donc retrouvées plus fréquemment dans le groupe des POPB graves. Néanmoins, aucune donnée épidémiologique ne vient confirmer cette hypothèse de mortalité périnatale plus élevée chez les garçons à notre connaissance. D'autre part, le sexe est indépendant de la survenue d'une dystocie des épaules, d'une anomalie de présentation, et ne dépend pas non plus de la sévérité neurologique (données non présentées).

Une autre différence liée au sexe pourrait être rapport avec une attention plus importante accordée à la santé des garçons. Un plus grand nombre de garçon ayant un meilleur pronostic de récupération spontanée serait amené en consultation, grossissant le nombre de témoins mâles, comparativement aux filles dont on banaliserait une atteinte moins importante<sup>47</sup>.

Enfin, le sexe est ici un facteur indépendant, mais il est possible que cette association ne résiste pas à l'ajustement sur un facteur non étudié dans cette cohorte.

**Le score de Narakas** est un des facteurs indépendants associé à la survenue d'une POPB G. Ce résultat est consistant avec bon nombre d'études précédentes qui font du score de

Narakas un élément pronostique important<sup>10, 12</sup>. Sa présence comme facteur associé est logique quand on sait que ce score repose sur la gravité des lésions anatomiques des éléments nerveux du plexus brachial et que la décision de chirurgie primaire repose en partie sur la sévérité à l'examen neurologique.

Dans les différents modèles testés, il existe un risque croissant de façon parallèle à la gravité de l'atteinte, avec un risque multiplié d'environ 150 à 230 fois d'avoir une POPB G si l'atteinte concerne l'ensemble du membre supérieur ou si un syndrome de CBH est présent. Néanmoins, les intervalles de confiance étaient très grands, probablement en rapport avec le faible nombre de témoin (1 seul) dans cette catégorie.

Il est à noter que le fait d'avoir une donnée manquante sur le score de Narakas était un facteur protecteur pour la survenue d'une POPB G, probablement expliqué par le fait qu'on ne pouvait déterminer le score de Narakas pour les témoins ayant une récupération précoce à la première consultation.

Les atteintes du plexus brachial des groupes I et II de Narakas représentaient dans la littérature 42 %<sup>48</sup> à 91 %<sup>10</sup> des sujets, et correspondaient à 56,4 % dans notre cohorte. 20,8 % de nos sujets avaient une atteinte complète du plexus brachial (groupes III et IV de Narakas), comparativement à une autre étude où 6,5 % des sujets présentaient une atteinte étendue<sup>10</sup>. La plus grande proportion de lésions étendues retrouvée dans notre cohorte pourrait refléter un biais de sélection en raison du caractère spécialisé du service dans la prise en charge de cette pathologie, contrastant avec d'autres études réalisées en population générale.

**L'âge à la première consultation** était associé de façon indépendante à la survenue d'une POPB G, et ce avec une stabilité dans tous les modèles testés. A notre connaissance, ce facteur n'a jamais été testé dans d'autres études recherchant les facteurs associés à la mauvaise évolution des POPB.

Ceci pourrait être expliqué par une multiplication des consultations avec d'autres spécialistes avant de rencontrer un chirurgien spécialisé pour les cas les plus graves, ou au fait

qu'on laisse plus sa « chance » à l'enfant en augmentant le nombre de séances de kinésithérapie avant d'adresser à un chirurgien spécialisé pour une chirurgie primaire.

Une autre hypothèse pourrait être que ce retard à la consultation diminuerait les chances de récupération, après celle-ci (soins trop tardifs ou inadéquats).

## Facteurs non indépendamment liés à la survenue d'une POPB grave

**La kinésithérapie** à la première consultation était liée à la survenue d'une POPB G, mais seulement sur la catégorie « données manquantes » dans le modèle 1. Ceci suggère un remplissage des dossiers différent pour les POPB G et NG.

Concernant **la variable « professionnel adressant »**, une association était retrouvée initialement lors de l'analyse univariée entre la catégorie « chirurgie orthopédique » et la survenue d'une POPB G. Une fois ajusté sur plusieurs facteurs, dont le score de Narakas l'association disparaissait. On peut donc supposer que le score de Narakas, témoin de la sévérité neurologique, est un facteur de confusion dans la relation entre professionnel adressant et POPB G. En effet, les sujets avec une atteinte plus importante auraient intuitivement plus de consultations avec les chirurgiens.

A noter qu'avoir une donnée manquante sur cette variable était aussi lié à la survenue d'une POPB G, suggérant un remplissage des dossiers différent pour les POPB G et NG.

**L'accouchement prématuré** était associé à la survenue d'une POPB G dans l'analyse univariée, mais cette association n'a été retrouvée dans aucun des différents modèles testés. Un ajustement a été réalisé sur plusieurs facteurs pris de façon indépendante (âge à la première consultation, sexe, score de Narakas), avec à chaque fois une absence d'association, ce qui est consistant avec les résultats d'autres études<sup>4, 5, 13, 24, 25, 26</sup>.

Au vu de ces résultats, l'hypothèse la plus probable est celle d'un manque de puissance permettant de caractériser l'association.

Néanmoins, on pourrait évoquer le fait qu'un nouveau-né prématuré aurait une immaturité de son système nerveux périphérique avec une hypotonie des structures protégeant le plexus brachial lui conférant une susceptibilité accrue aux traumatismes nerveux.

## Facteurs cliniquement pertinents à la significativité « limite »

**La présentation anormale** fait partie de ces variables, à la limite de la significativité en analyse univariée. Dans le modèle 3, cette variable est retrouvée comme étant associée de façon indépendante à la survenue d'une POPB G. Après ajout de la variable année dans le modèle 4, l'association disparaît.

D'une part, l'instabilité des résultats pour cette variable rapporte l'hypothèse de l'« overfitting » au premier plan. D'autre part, on peut se demander si l'année n'est pas un facteur de confusion dans la relation présentation anormale – POPB G. Une explication pourrait être que les années où surviennent un grand nombre de POPB G coïncident avec celles où il y a des accouchements avec anomalies de présentation.

Par ailleurs, ces résultats sont consistants avec ceux retrouvés par notre recherche bibliographique, une étude testant ce facteur ne retrouvait pas d'association<sup>29</sup>.

L'association entre **dystocie des épaules** et POPB G ne devenait significative que dans le modèle 4, alors qu'elle ne l'était pas dans le modèle 3.

Là encore, le problème de l'« overfitting » se pose. Mais on peut se demander si l'année n'est pas un facteur supprimeur dans la relation DE – POPB G. Néanmoins, aucun lien n'a été retrouvé entre DE et année, que ce soit en analyse uni et multivariée (résultats non présentés).

Ces résultats sont similaires à de nombreuses études<sup>5, 10, 26, 29</sup> qui ne retrouvent pas de lien entre DE et mode évolutif des POPB.

A noter que dans la littérature 47 % à 78 % des cas de POPB ne sont pas associés à une dystocie des épaules<sup>2</sup>, 52 % dans notre cohorte.

## Forces et faiblesses de l'étude

Cette étude comporte un certain nombre de **forces**.

En premier lieu, il s'agit à notre connaissance de la première étude qui recherchait les facteurs associés à la survenue d'une POPB G définie comme une POPB nécessitant une prise en charge chirurgicale ou médicale invasive au cours de son évolution.

De plus, le nombre de facteurs potentiels considérés était important, ainsi que la durée de suivi moyenne et minimale, ce qui limitait le risque de faux négatifs (POPB non graves à tort). Pour exemple, c'est la seule étude analysant le lien entre niveau de maternité et survenue d'une POPB G.

Enfin le nombre de perdus de vue était faible et la période d'étude relativement étendue, permettant de prendre cette dernière en compte dans les analyses.

Néanmoins, cette étude comporte un certain nombre de **limites**. Tout d'abord, en tant qu'étude observationnelle, elle ne permet pas de tirer de conclusion sur la causalité des facteurs mis en lumière.

Deuxièmement, l'étude pourrait être sujette à des biais de sélection. D'une part, en tant que centre spécialisé où consultent deux chirurgiens experts de la pathologie du membre supérieur, le recrutement peut s'effectuer en faveur des cas de POPB les plus graves. D'autre part, il est possible que certains sujets non inclus, parmi les 119 sujets sans diagnostic ni annotation, aient été atteints de POPB. Dans ce cas, il est certain qu'il s'agissait de POPB non graves car la base de données existante a permis d'identifier tous les cas de POPB G.

Au total, les biais de sélection iraient dans le sens d'une sur-représentation des cas et pourraient expliquer la différence de prévalence avec d'autres études sur la récupération, qui varie de 13 %<sup>49</sup> à 95%<sup>50</sup>.

Cependant, la non représentativité de l'échantillon est moins problématique dans les études d'épidémiologie analytique comme la nôtre qui s'intéressent aux associations entre variables par rapport aux études purement descriptives<sup>51</sup>.

Enfin, malgré le nombre de facteurs de risque considérés, certains n'ont pas pu être pris en compte en raison du nombre trop important de données manquantes

## Conclusion

---

Une des difficultés de la prise en charge des enfants atteints de POPB est d'identifier les facteurs de risque d'évolution péjorative, et notamment le type de prise en charge qui sera nécessaire au cours de leur croissance.

Notre étude a permis d'identifier plusieurs facteurs indépendants associés à la survenue d'une POPB grave, c'est-à-dire nécessitant une prise en charge chirurgicale ou médicale invasive au cours de leur évolution : le sexe féminin, l'âge à la première consultation et le score de Narakas.

Malheureusement, ni le sexe, ni le score de Narakas ne sont modifiables, mais l'identification des nouveau-nés atteints de POPB ayant l'un de ces facteurs permettra d'adapter au mieux la prise en charge. En effet, on pourra alors leur proposer une orientation spécialisée dès la naissance dans un centre « expert », informer au mieux les parents sur le pronostic et le type de prise en charge envisagé. Ceci permettra de réduire le délai entre la naissance et la première consultation spécialisée, un des facteurs associé à la survenue d'une POPB grave. Par ailleurs, une meilleure compréhension de la pathologie et du risque évolutif par les parents permettrait probablement d'avoir un vécu moins traumatisant de cette pathologie et peut-être d'éviter une partie des litiges.

L'association d'autres facteurs maternels, obstétricaux et néonataux à la survenue d'une POPB grave devrait être testée dans une cohorte prospective multicentrique afin de pouvoir construire un score prédictif le plus précis possible et d'envisager des actions de santé publique comme le dépistage de nouveau-nés à risque et d'organiser une filière spécifique pour ces derniers.

Avant d'envisager d'élargir l'étude des facteurs de risque à d'autres centres spécialisés dans la prise en charge de cette pathologie, il faudra réduire le nombre de données manquantes pour la cohorte actuelle afin d'améliorer la précision de l'analyse.

Les difficultés de recueil de données complètes rencontrées au cours de cette étude sont un véritable plaidoyer pour l'informatisation des données et la création de bases de données, communes à l'ensemble des centres spécialisés dans la prise en charge de cette pathologie.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ANDERSEN John, WATT Joe, OLSON Jaret, *et al.* Perinatal brachial plexus palsy. *Paediatr Child Health.*, 2006, 11,2, p.93-100.
2. CHAUHAN Suneet P, BLACKWELL Sean B, ANANTH Cande V. Neonatal brachial plexus palsy: Incidence, prevalence, and temporal trends. *Semin Perinatol.*, 2014, 38,4, p.210-8.
3. GILBERT William M, NESBITT Thomas S, DANIELSEN Beate. Associated factors in 1611 cases of brachial plexus injury. *Obstet Gynecol.*, 1999, 93,4, p.536-40.
4. MOLLBERG Margareta, LAGERKVIST Anna-Lena, JOHANSSON Urban, *et al.* Comparison in obstetric management on infants with transient and persistent obstetric brachial plexus palsy. *J Child Neurol.*, 2008, 23,12, p.1424-32.
5. CHAUHAN Suneet P, ROSE Carl H, GHERMAN Robert B, *et al.* Brachial plexus injury: a 23-year experience from a tertiary center. *Am J Obstet Gynecol.*, 2005, 192,6, p1795-802.
6. STRÖMBECK Christina, KRUMLINDE-SUNDHOLM Lena, REMAHL Sten, *et al.* Long-term follow-up of children with obstetric brachial plexus palsy I: functional aspects. *Dev Med Child Neurol.*, 2007, 49,3, p.198-203.
7. SPAARGAREN Els, AHMED Jasmyn, VAN OUWERKERK Willem JR, *et al.* Aspects of activities and participation of 7-8 year-old children with an obstetric brachial plexus injury. *Eur J Paediatr Neurol EJPJN Off J Eur Paediatr Neurol Soc.*, 2011, 15,4, p.345-52.
8. FORIN Véronique, ROMAÑA Claudia. Paralyse obstétricale du plexus brachial. *Encycl Méd Chir , Kinésithérapie-Rééducation fonctionnelle.* Paris : Elsevier, 1996, 26-473-A-10, 9p.
9. BAHM Jörg, OCAMPO-PAVEZ Claudia, DISSELHORST-KLUG Catherine, *et al.* Obstetric brachial plexus palsy: treatment strategy, long-term results, and prognosis. *Dtsch Ärztebl Int.*, 2009, 106,6 p.83-90.
10. EVANS-JONES Gareth, KAY Simon PJ, WEINDLING Michael A, *et al.* Congenital brachial palsy: incidence, causes, and outcome in the United Kingdom and Republic of Ireland. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.*, 2003, 88,3, p.185-9.



11. BECKER Michael HJ, LASSNER Franz, BAHM Jorg, *et al.* The cervical rib. A predisposing factor for obstetric brachial plexus lesions. *J Bone Joint Surg Br.*, 2002, 84,5, p.740-3.
12. YANG Lynda JS. Neonatal brachial plexus palsy—Management and prognostic factors. *Semin Perinatol.*, 2014, 38,4, p.222-34.
13. PONDAAG Willem, ALLEN Robert H, MALESSY Martijn JA. Correlating birthweight with neurological severity of obstetric brachial plexus lesions. *BJOG Int J Obstet Gynaecol.*, 2011, 118,9, p.1098-103.
14. SMITH Nicholas C, ROWAN Peter, BENSON Laurel J, *et al.* Neonatal brachial plexus palsy. Outcome of absent biceps function at three months of age. *J Bone Joint Surg Am.*, 2004, 86,10, p.2163-70.
15. GOBETS David, BECKERMAN Heleen, DE GROOT Vincent, *et al.* Indications and effects of botulinum toxin A for obstetric brachial plexus injury: a systematic literature review. *Dev Med Child Neurol.*, 2010, 52,6, p.517-28.
16. MCCANN Mary Ellen, WATERS Peter, GOUMNEROVA Liliana C, *et al.* Self-mutilation in young children following brachial plexus birth injury. *Pain.*, 2004, 110,1-2, p.123-9.
17. Medical History: Obstetrics and WWI [Internet]. [cité 5 sept 2015]. Disponible sur: <http://medicalhistory.blogspot.fr/2012/11/obstetrics-and-wwi.html>
18. RUCHELSMAN David E, GROSSMAN John AI, PRICE Andrew E. Glenohumeral deformity in children with brachial plexus birth injuries. *Bull NYU Hosp Jt Dis.*, 2011, 69,1, p.36-43.
19. AKEL Burcu Semin, ÖKSÜZ Çiğdem, OSKAY Deran, *et al.* Health-related quality of life in children with obstetrical brachial plexus palsy. *Qual Life Res Int J Qual Life Asp Treat Care Rehabil.*, 2013, 22,9, p.2617-24.
20. SQUITIERI Lee, LARSON Bradley P, CHANG Kate WC, *et al.* Understanding quality of life and patient expectations among adolescents with neonatal brachial plexus palsy: a qualitative and quantitative pilot study. *J Hand Surg.*, 2013, 38,12, p.2387-97.
21. PARTRIDGE Cecily, EDWARDS Susan. Obstetric brachial plexus palsy: increasing disability and exacerbation of symptoms with age. *Physiother Res Int.*, 2004, 9,4, p.157-63.
22. KIRKOS John M, KYRKOS Margaritis J, KAPETANOS Georges A, *et al.* Brachial plexus palsy secondary to birth injuries. *J Bone Joint Surg Br.*, 2005, 87,2, p.231-5.

23. DONNELLY Valerie, FORAN Adrienne, MURPHY John, *et al.* Neonatal brachial plexus palsy: an unpredictable injury. *Am J Obstet Gynecol.*, 2002, 187,5, p.1209-12.
24. GHERMAN Robert B, OUZOUNIAN Joseph G, SATIN Andrew J, *et al.* A comparison of shoulder dystocia-associated transient and permanent brachial plexus palsies. *Obstet Gynecol.*, 2003, 102,3, p.544-8.
25. POGGI Sarah H, STALLINGS Shawn P, GHIDINI Alessandro, *et al.* Intrapartum risk factors for permanent brachial plexus injury. *Am J Obstet Gynecol.*, 2003, 189,3, p.725-9.
26. WALSH Jennifer M, KANDAMANY Nandini, NI SHUIBHNE Niamh, *et al.* Neonatal brachial plexus injury: comparison of incidence and antecedents between 2 decades. *Am J Obstet Gynecol.*, 2011, 204,4, p.324.e1-6.
27. WALL Lindley B, MILLS Janith K, LEVENO Kenneth, *et al.* Incidence and prognosis of neonatal brachial plexus palsy with and without clavicle fractures. *Obstet Gynecol.*, 2014, 123,6, p.1288-93.
28. HERVEY-JUMPER Shawn L, JUSTICE Denise, VANAMAN Monique M, *et al.* Torticollis associated with neonatal brachial plexus palsy. *Pediatr Neurol.*, 2011, 45,5, p.305-10.
29. LINDQVIST Pelle G, ERICHS Kristina, MOLNAR Cecilia, *et al.* Characteristics and outcome of brachial plexus birth palsy in neonates. *Acta Paediatr Oslo Nor 1992.*, 2012, 101,6, p.579-82.
30. AL-QATTAN Mohammad M, CLARKE Howard M, CURTIS Christine G. The prognostic value of concurrent phrenic nerve palsy in newborn children with Erb's palsy. *J Hand Surg Edinb Scotl.*, 1998, 23,2, p.225.
31. NEHME Alexandre, KANY Jean, SALES-DE-GAUZY Jerome, ET AL. Obstetrical brachial plexus palsy. Prediction of outcome in upper root injuries. *J Hand Surg Edinb Scotl.*, 2002, 27,1, p.9-12.
32. GHERMAN Robert B, OUZOUNIAN Joseph G, CHAUHAN Suneet. Posterior arm shoulder dystocia alleviated by the Zavanelli maneuver. *Am J Perinatol.*, 2010, 27,9, p.749-51.
33. HOEKSMAS Agnes F, STEEG Anne Marie Ter, NELISSEN Rob GHH, *et al.* Neurological recovery in obstetric brachial plexus injuries: an historical cohort study. *Dev Med Child Neurol.*, 2004, 46,2, p.76-83.

34. AL-QATTAN Mohammad M, CLARKE Howard M, CURTIS Christine G. The prognostic value of concurrent Horner's syndrome in total obstetric brachial plexus injury. *J Hand Surg Edinb Scotl.*, 2000, 25,2, p.166-7.
35. ZAFEIRIOU Dimitrios I, PSYCHOGIOU Katerina. Obstetrical brachial plexus palsy. *Pediatr Neurol.*, 2008, 38,4, p.235-42.
36. OUZOUNIAN Joseph G. Risk factors for neonatal brachial plexus palsy. *Semin Perinatol.*, 2014, 38,4, p.219-21.
37. FOAD Susan L, MEHLMAN Charles T, YING Jun. The epidemiology of neonatal brachial plexus palsy in the United States. *J Bone Joint Surg Am.*, 2008, 90,6, p.1258-64.
38. HOFFMAN Matthew K, BAILIT Jennifer L, BRANCH D Ware, *et al.* A comparison of obstetric maneuvers for the acute management of shoulder dystocia., *Obstet Gynecol.* 2011, 117,6, p.1272-8.
39. MONIER Isabelle. [Shoulder dystocia, an analysis at hôpital Foch of Suresnes]. *J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod.*, 2011, 40,1, p.50-7.
40. Les maternités Type I - II - III [Internet]. [cité 5 sept 2015]. Disponible sur: <http://www.perinat-france.org/portail-grand-public/reseaux/accouchement-maternites/les-maternites-type-i-ii-iii-642.html>
41. LEPERCQ Jacques, TIMSIT José, HAUGUEL-DE MOUZON Sylvie. [Etiopathogeny of fetal macrosomia]. *J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod.*, 2000, 29,1 Suppl, p.6-12.
42. HOSMER David W JR, LEMESHOW Stanley, STURDIVANT Rodney X. *Applied Logistic Regression*. 3<sup>e</sup> éd. New-York : John Wiley & Sons, 2013, VIII-526p.
43. LINDER Ido, MELAMED Nir, KOGAN Anna, *et al.* Gender and birth trauma in full-term infants. *J Matern-Fetal Neonatal Med Off J Eur Assoc Perinat Med Fed Asia Ocean Perinat Soc Int Soc Perinat Obstet.*, 2012, 25,9, p.1603-5.
44. WOLF Hans, HOEKSMAN Agnes F, OEI Sioe L, *et al.* Obstetric brachial plexus injury: risk factors related to recovery. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.*, 2000, 88,2, p.133-8.
45. HIMMELMANN Kate, AHLIN Kristina, JACOBSSON Bo, *et al.* Risk factors for cerebral palsy in children born at term. *Acta Obstet Gynecol Scand.*, 2011, 90,10, p.1070-81.
46. HOFFMAN Gloria E, MERCHENTHALER Istvan, ZUP Susan L. Neuroprotection by ovarian hormones in animal models of neurological disease. *Endocrine.*, 2006, 29,2, p.217-31.

47. BRIAN Eric, JAISSON Marie. *Le sexisme de la première heure: hasard et sociologie*. Paris : Raisons d'agir éditions, 2007, 376p.
48. MICHELOW Bryan J, CLARKE Howard M, CURTIS Christine G, *et al.* The natural history of obstetrical brachial plexus palsy. *Plast Reconstr Surg.*, 1994, 93,4, p.675-80.
49. WICKSTROM Jack, HASLAM Edward T, HUTCHINSON Robert H. The surgical management of residual deformities of the shoulder following birth injuries of the brachial plexus. *J Bone Joint Surg Am.*, 1955, 37,1, p.27-36.
50. GORDON Myron, RICH Herbert, DEUTSCHBERGER Jerome, *et al.* The immediate and long-term outcome of obstetric birth trauma. I. Brachial plexus paralysis. *Am J Obstet Gynecol.*, 1973, 117,1, p.51-6.
51. ROTHMAN Kenneth J, GALLACHER John EJ, HATCH Elizabeth E. Why representativeness should be avoided. *Int J Epidemiol.*, 2013, 42,4, p.1012-4.

## **Annexe 1 : Liste des abréviations utilisées**

AP-HP	Assistance Publique Hôpitaux de Paris
C5	5ème racine cervicale
C6	6ème racine cervicale
C7	7ème racine cervicale
C8	8ème racine cervicale
DE	Dystocie des épaules
EU	Etats-Unis
GB	Grande-Bretagne
IMC	Indice de Masse Corporelle
MPR	Médecine Physique et Réadaptation
POPB	Paralysie obstétricale du plexus brachial
POPB G	Paralysie obstétricale du plexus brachial grave
POPB NG	Paralysie obstétricale du plexus brachial non grave
T1	1ère racine thoracique

## Annexe 2 : Algorithme de recherche MEDLINE

#1: ("Brachial Plexus Neuropathies/classification"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/complications"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/congenital"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/epidemiology"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/ethnology"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/etiology"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/genetics"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/mortality"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/pathology"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/physiology"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/physiopathology"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/prevention and control"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/statistics and numerical data"[Mesh]) AND ((Clinical Trial[ptyp] OR Comparative Study[ptyp] OR Controlled Clinical Trial[ptyp] OR Journal Article[ptyp] OR Meta-Analysis[ptyp] OR Multicenter Study[ptyp] OR Randomized Controlled Trial[ptyp] OR systematic[sb]) AND hasabstract[text] AND "humans"[MeSH Terms] AND (English[lang] OR French[lang]) AND ("infant"[MeSH Terms] OR "child"[MeSH Terms] OR "adolescent"[MeSH Terms]))

#2: ("Paralysis, Obstetric/anatomy and histology"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/classification"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/complications"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/diagnosis"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/economics"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/epidemiology"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/etiology"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/pathology"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/physiology"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/physiopathology"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/prevention and control"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/statistics and numerical data"[Mesh]) AND ((Clinical Trial[ptyp] OR Comparative Study[ptyp] OR Journal Article[ptyp] OR systematic[sb] OR Validation Studies[ptyp] OR Controlled Clinical Trial[ptyp] OR Classical Article[ptyp] OR Meta-Analysis[ptyp] OR Multicenter Study[ptyp] OR Observational Study[ptyp] OR Randomized Controlled Trial[ptyp]) AND hasabstract[text] AND "humans"[MeSH Terms] AND (English[lang] OR French[lang]) AND ("infant"[MeSH Terms] OR "child"[MeSH Terms] OR "adolescent"[MeSH Terms]))

#3: ("Birth Injuries/analysis"[Mesh] OR "Birth Injuries/anatomy and histology"[Mesh] OR "Birth Injuries/chemically induced"[Mesh] OR "Birth Injuries/classification"[Mesh] OR "Birth Injuries/complications"[Mesh] OR "Birth Injuries/diagnosis"[Mesh] OR "Birth Injuries/economics"[Mesh] OR "Birth Injuries/embryology"[Mesh] OR "Birth Injuries/epidemiology"[Mesh] OR "Birth Injuries/ethnology"[Mesh] OR "Birth Injuries/etiology"[Mesh] OR "Birth Injuries/mortality"[Mesh] OR "Birth Injuries/pathology"[Mesh] OR "Birth Injuries/physiology"[Mesh] OR "Birth Injuries/physiopathology"[Mesh] OR "Birth Injuries/prevention and control"[Mesh] OR "Birth Injuries/statistics and numerical data"[Mesh]) AND ((Clinical Trial[ptyp] OR Comparative Study[ptyp] OR Controlled Clinical Trial[ptyp] OR Journal Article[ptyp] OR Meta-Analysis[ptyp] OR Multicenter Study[ptyp] OR Randomized Controlled Trial[ptyp] OR systematic[sb] OR Twin Study[ptyp] OR Validation Studies[ptyp]) AND hasabstract[text] AND "humans"[MeSH Terms] AND (English[lang] OR French[lang]) AND ("infant"[MeSH Terms] OR "child"[MeSH Terms] OR "adolescent"[MeSH Terms]))

#4: (neonatal[All Fields] AND plexus[All Fields] AND ("paralysis"[MeSH Terms] OR "paralysis"[All Fields] OR "palsy"[All Fields])) OR (("obstetrics"[MeSH Terms] OR

"obstetrics"[All Fields] OR "obstetrical"[All Fields]) AND plexus[All Fields] AND ("paralysis"[MeSH Terms] OR "paralysis"[All Fields] OR "palsy"[All Fields])) OR (perinatal[All Fields] AND plexus[All Fields] AND ("paralysis"[MeSH Terms] OR "paralysis"[All Fields] OR "palsy"[All Fields])) AND ((Clinical Trial[ptyp] OR Comparative Study[ptyp] OR Controlled Clinical Trial[ptyp] OR Journal Article[ptyp] OR Meta-Analysis[ptyp] OR Multicenter Study[ptyp] OR systematic[sb] OR Validation Studies[ptyp] OR Randomized Controlled Trial[ptyp] OR Classical Article[ptyp] OR Evaluation Studies[ptyp] OR Observational Study[ptyp]) AND hasabstract[text] AND "humans"[MeSH Terms] AND English[lang] AND ("infant"[MeSH Terms] OR "child"[MeSH Terms] OR "adolescent"[MeSH Terms]))

#1+2+3+4: (neonatal[All Fields] AND plexus[All Fields] AND ("paralysis"[MeSH Terms] OR "paralysis"[All Fields] OR "palsy"[All Fields])) OR ((("obstetrics"[MeSH Terms] OR "obstetrics"[All Fields] OR "obstetrical"[All Fields]) AND plexus[All Fields] AND ("paralysis"[MeSH Terms] OR "paralysis"[All Fields] OR "palsy"[All Fields])) OR (perinatal[All Fields] AND plexus[All Fields] AND ("paralysis"[MeSH Terms] OR "paralysis"[All Fields] OR "palsy"[All Fields])) AND ((Clinical Trial[ptyp] OR Comparative Study[ptyp] OR Controlled Clinical Trial[ptyp] OR Journal Article[ptyp] OR Meta-Analysis[ptyp] OR Multicenter Study[ptyp] OR systematic[sb] OR Validation Studies[ptyp] OR Randomized Controlled Trial[ptyp] OR Classical Article[ptyp] OR Evaluation Studies[ptyp] OR Observational Study[ptyp]) AND hasabstract[text] AND "humans"[MeSH Terms] AND English[lang] AND ("infant"[MeSH Terms] OR "child"[MeSH Terms] OR "adolescent"[MeSH Terms])) OR ((("Birth Injuries/analysis"[Mesh] OR "Birth Injuries/anatomy and histology"[Mesh] OR "Birth Injuries/chemically induced"[Mesh] OR "Birth Injuries/classification"[Mesh] OR "Birth Injuries/complications"[Mesh] OR "Birth Injuries/diagnosis"[Mesh] OR "Birth Injuries/economics"[Mesh] OR "Birth Injuries/embryology"[Mesh] OR "Birth Injuries/epidemiology"[Mesh] OR "Birth Injuries/ethnology"[Mesh] OR "Birth Injuries/etiology"[Mesh] OR "Birth Injuries/mortality"[Mesh] OR "Birth Injuries/pathology"[Mesh] OR "Birth Injuries/physiology"[Mesh] OR "Birth Injuries/physiopathology"[Mesh] OR "Birth Injuries/prevention and control"[Mesh] OR "Birth Injuries/statistics and numerical data"[Mesh]) AND ((Clinical Trial[ptyp] OR Comparative Study[ptyp] OR Controlled Clinical Trial[ptyp] OR Journal Article[ptyp] OR Meta-Analysis[ptyp] OR Multicenter Study[ptyp] OR Randomized Controlled Trial[ptyp] OR systematic[sb] OR Twin Study[ptyp] OR Validation Studies[ptyp]) AND hasabstract[text] AND "humans"[MeSH Terms] AND (English[lang] OR French[lang]) AND ("infant"[MeSH Terms] OR "child"[MeSH Terms] OR "adolescent"[MeSH Terms]))) OR ((("Brachial Plexus Neuropathies/classification"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/complications"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/congenital"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/epidemiology"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/ethnology"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/etiology"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/genetics"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/mortality"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/pathology"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/physiology"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/physiopathology"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/prevention and control"[Mesh] OR "Brachial Plexus Neuropathies/statistics and numerical data"[Mesh]) AND ((Clinical Trial[ptyp] OR Comparative Study[ptyp] OR Controlled Clinical Trial[ptyp] OR Journal Article[ptyp] OR Meta-Analysis[ptyp] OR Multicenter Study[ptyp] OR Randomized Controlled Trial[ptyp] OR systematic[sb]) AND hasabstract[text] AND "humans"[MeSH Terms] AND (English[lang] OR French[lang]) AND ("infant"[MeSH Terms] OR "child"[MeSH Terms] OR "adolescent"[MeSH Terms]))) OR

((("Paralysis, Obstetric/anatomy and histology"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/classification"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/complications"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/diagnosis"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/economics"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/epidemiology"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/etiology"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/pathology"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/physiology"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/physiopathology"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/prevention and control"[Mesh] OR "Paralysis, Obstetric/statistics and numerical data"[Mesh]) AND ((Clinical Trial[ptyp] OR Comparative Study[ptyp] OR Journal Article[ptyp] OR systematic[sb] OR Validation Studies[ptyp] OR Controlled Clinical Trial[ptyp] OR Classical Article[ptyp] OR Meta-Analysis[ptyp] OR Multicenter Study[ptyp] OR Observational Study[ptyp] OR Randomized Controlled Trial[ptyp]) AND hasabstract[text] AND "humans"[MeSH Terms] AND (English[lang] OR French[lang]) AND ("infant"[MeSH Terms] OR "child"[MeSH Terms] OR "adolescent"[MeSH Terms])))



## **Annexe 3 : Algorithme de recherche COCHRANE DATABASE**

#1: 'brachial plexus palsy '

#2: 'birth injury'

## Facteurs associés à la survenue d'une paralysie obstétricale du plexus brachial grave. Étude de cohorte monocentrique

**Introduction :** La paralysie obstétricale du plexus brachial (POPB) est une paralysie flasque du membre supérieur, dont la sévérité et la récupération varient. Les facteurs de risque de POPB graves, définies par la nécessité d'une prise en charge chirurgicale ou médicale invasive, ne sont pas connus.

**Objectif :** Élargir les connaissances sur les facteurs associés à la survenue d'une POPB grave.

**Matériel et méthodes :** Facteurs maternels, liés à la grossesse, à l'accouchement, néonataux, liés à l'atteinte et à la prise en charge initiale ont été comparés selon la gravité de la POPB dans une cohorte rétrospective monocentrique. Ces facteurs ont ensuite été intégrés dans plusieurs modèles de régression logistique uni et multivariés.

**Résultats :** De janvier 2007 à avril 2014, 241 sujets atteints de POPB ont consulté dans le service de chirurgie orthopédique pédiatrique de l'hôpital Armand Trousseau (Paris, France). Le taux de POPB grave était de 41,3%. Aucune association n'a été retrouvée pour les facteurs maternels et liés à la grossesse ou à l'accouchement. Les facteurs associés de façon indépendante étaient le sexe féminin (OR [IC95%] : 3,10 [1,28-7,48]), l'âge à la première consultation (OR : 1,01 [1,01-1,02]) et le score de Narakas (OR : 7,27 [2,78-18,99]) pour le groupe II contre I, (OR : 154,79 [18,91-1266,71]) pour le groupe  $\geq$ III contre I. D'autres facteurs étaient associés de façon inconstante à la survenue d'une POPB grave : la dystocie des épaules, la présentation anormale et l'accouchement prématuré.

**Conclusion :** Trois facteurs indépendants étaient associés à la survenue d'une POPB grave: le sexe féminin, l'âge à la première consultation et le score de Narakas.

**Mots clés :** paralysie obstétricale du plexus brachial ; pronostic ; traumatismes liés à la naissance ; chirurgie ; toxine botulinique

## Factors associated with obstetrical brachial plexus palsy. A monocentric cohort study.

**Introduction :** Obstetrical brachial plexus palsy (OBPP) is a flaccid paralysis of the arm at birth, with several ranges of severity and recovery. Risk factors of severe OBPP, defined by surgical or invasive medical management, are currently unknown.

**Objective :** To expand knowledge on factors associated with the occurrence of severe OBPP.

**Methods :** Factors relating to mother, pregnancy, delivery, birth, injury, and initial management have been compared according to OBPP severity in a retrospective monocentric cohort. These factors have been examined in several multivariate logistic models.

**Results :** From January 2007 to April 2014, 241 outpatients with OBPP have been seen in pediatric orthopedic surgery department at Armand Trousseau hospital (Paris, France). The severe OBPP rate was 41.3%. No association was found for the factors relating to mother, pregnancy or delivery. The factors independently associated with severe OBPP were female gender (OR [CI 95%] : 3.10 [1.28-7.48]), age at the first visit (1.01 [1.01-1.02]) and Narakas score (7.27 [2.78-18.99] for type II versus type I ; 154.79 [18.91-1266.71] for type III and over versus type I). Other factors were inconstantly associated with severe OBPP including shoulder dystocia, abnormal presentation and preterm delivery.

**Conclusion :** Three independent factors were associated with the occurrence of severe OBPP: female gender, age at the first visit and Narakas score.

**Keywords :** obstetrical brachial plexus palsy ; prognosis ; birth related injury ; surgery ; botulinium toxin

Université Paris Descartes  
Faculté de Médecine Paris Descartes  
15, rue de l'École de Médecine  
75270 Paris cedex 06