

Analyse statistique de la communication par le système perceptif d'un bébé (de 3 à 9 mois) avec sa mère

Valérie DESJARDINS¹, Julien FOKI²,
Didier CHAUVEAU³ et Jean-François DELMAS²

¹ *Psychologue clinicienne psychothérapeute*
PILE, Programme International pour le Langage de l'Enfant
valerie.17@free.fr

² *CERMICS – École Nationale des Ponts et Chaussées – Université Paris-Est*
delmas@cermics.enpc.fr, foki@cermics.enpc.fr

³ *MAPMO – CNRS UMR 6628 – Université d'Orléans*
didier.chauveau@univ-orleans.fr

23 septembre 2008

Résumé : PILE (Programme International pour le Langage de l'Enfant, 2004–2008)¹, s'est donné comme objectif de décrire par des techniques statistiques les processus chez le bébé qui participent à l'émergence de la parole. Une base de données qualitative a été élaborée à partir de séquences vidéo de bébés de 3 mois à 9 mois en interaction avec leur mère. Nous présentons une étude statistique de cette base, à l'aide de techniques inférentielles (tests de comparaisons non paramétriques) et d'analyses factorielles. Certains de nos résultats confirment ou précisent les hypothèses cliniques relativement à l'effet de certains facteurs tels que cohortes, âge calendaire, sexe des bébés. Les résultats qui décrivent statistiquement le comportement du bébé en interaction avec sa mère indiquent que la mise en place du système perceptif chez le bébé est centrale dans la construction des précurseurs du langage.

Mots-clés : Accordage ; Analyse en Composantes Principales (ACP) ; bébé ; comodalité ; enveloppe rythmée ; système perceptif ; tests non-paramétriques ;

¹PILE est financé essentiellement par la Fondation d'Entreprise EADS, par SFR et Réunica Prévoyance. PILE est installé à l'Hôpital Necker Enfants Malade, Paris, France.

Table des matières

1	Introduction	4
2	Présentation de l'étude de la communication mère bébé par le système perceptif	7
2.1	Modèle de la formation des précurseurs du langage par le système perceptif	7
2.2	Présentation de la base de données	11
2.3	Présentation de critères quantitatifs de la communication perceptive	13
3	Analyse de la communication mère bébé par le système perceptif, en fonction de l'âge	17
3.1	Bébés sans trouble	18
3.2	Bébés sans trouble en fonction du sexe	21
3.3	Bébés hospitalisés	23
3.4	Bébés avec troubles alimentaires	25
3.5	Bébés prématurés	27
3.6	Bébés dont la mère a des déficiences visuelles	29
3.7	Bébés dont la mère est aveugle	31
3.8	Bébés avec troubles neurologiques	33
4	Étude statistique des critères de la communication perceptive en fonction des vocalises	35
4.1	Comportement du bébé vis-à-vis de son corps	35
4.2	Communication proximale mère-bébé	37
5	Étude statistique du rythme dans la communication perceptive distale	40
5.1	Comparaison de la capacité de réception et d'émission du bébé dans la communication rythmique	40
5.1.1	Étude en fonction des cohortes	41
5.1.2	Étude pour la cohorte des bébés sans trouble en fonction de l'âge	42
5.2	Etude de la communication rythmique en fonction du protocole	42

5.3	Etude de la réception du rythme par les mains, les pieds et la voix	43
5.3.1	Étude en fonction des cohortes	44
5.3.2	Cohorte des bébés sans trouble en fonction de l'âge	45
5.4	Étude de l'émission du rythme par les mains, les pieds et la voix chez le bébé en fonction des cohortes	46
6	Conclusions	48
6.1	Le bébé sans trouble en interaction avec sa mère	48
6.1.1	Compréhension du comportement du bébé à l'aide du modèle perceptif	48
6.1.2	Étude de la communication distale entre le bébé et sa mère	49
6.1.3	Importance de la perception auditive dans la construction du bébé et dans sa communication	50
6.2	Compréhension du comportement des bébés selon leur cohorte à l'aide du modèle perceptif	50
6.2.1	Effets de l'hospitalisation précoce sur la mise en place du système perceptif	50
6.2.2	Comportement des bébés qui ont des troubles alimentaires	51
6.2.3	Développement spécifique du système perceptif chez les bébés prématurés	51
6.2.4	Compensation chez les bébés dont la mère a des déficiences visuelles	52
6.2.5	La communication proximale entre le bébé et sa mère aveugle	52
6.2.6	Initiatives des bébés dont la mère est aveugle ou a des déficiences visuelles	53
6.2.7	Bébés épileptiques avec syndrome de West	53
6.3	Conclusion de l'étude	54
7	Annexe	55
7.1	Description du cadre et des protocoles	55
7.2	Description des champs	56
7.2.1	Coordination du bébé par rapport à son corps, <i>cbb</i>	56
7.2.2	Coordination du bébé avec le parent, <i>cbp</i>	56
7.2.3	Coordination du bébé et du parent, qui décrit la communication par le rythme, <i>cry</i>	57
7.3	Tables des séquences cotées par juges	58
7.4	Outils statistiques	59
7.4.1	Analyse en Composante Principale	59
7.4.2	Test de Shapiro-Wilk	59
7.4.3	Test de Kruskal-Wallis	60

Chapitre 1

Introduction

L'objectif de cette étude est de repérer des précurseurs du langage qui organisent la communication pré-verbale chez les bébés et promettent l'émergence de la parole. Des films de bébés en interaction avec leur mère tournés dans le cadre du Programme International pour le Langage de l'Enfant (PILE) sont la base de cette étude qui est longitudinale des 3 mois aux 9 mois du bébé. L'installation est pensée de telle sorte que la dynamique de l'échange et l'évolution du bébé soient mesurables. Dans ce souci de comprendre l'organisation de la mise en place des processus psychique avant l'émergence de la parole, l'étude analyse les mouvements du bébé qui l'organisent et construisent l'échange avec sa mère : mouvements des mains et des pieds, vocalises, mouvements des regards. Cette recherche se caractérise plus par l'intérêt porté à la synchronisation de l'ensemble des mouvements du bébé en fonction de l'interaction qu'à une étude approfondie d'un mouvement. Les cohortes se sont constituées grâce à la générosité des parents qui ont accepté de participer à cette recherche gracieusement. Les échanges qui avaient lieu au moment des tournages avec les cliniciennes ont eu un effet thérapeutique plus ou moins important sur les troubles. Dans cette période entre 3 mois et 9 mois, aucun test n'est fait passer aux familles et aucune anamnèse¹ n'est utilisée. L'important est que l'analyse statistique saisisse l'évolution du comportement du bébé qui est en train de construire sa future parole.

Après une étude préliminaire sur la fidélité des résultats des juges qui cotent les vidéos (voir Chauveau *et al.* [4]), nous avons sélectionné parmi les champs de la base trois blocs de champs de données qualitatives, pour lesquelles les réponses des juges étaient en accord. À partir de ces champs, nous avons créé trois critères quantitatifs correspondant pour le premier au comportement du bébé vis-à-vis de son corps, et pour les deux autres à la relation entre le bébé et sa mère mais selon des paramètres de relations différents. Pour étudier ces trois critères selon les cohortes nous avons commencé par utiliser une technique d'analyse en composante principale. Ceci nous a permis de visualiser les liens éventuels entre les critères et les différences entre ces liens selon les cohortes de

¹ensemble des renseignements fournis par la mère sur l'histoire de son bébé.

bébés. Nous utilisons ensuite pour l'analyse d'autres types de représentations et d'outils statistiques tels que *boxplots* ou tests de comparaison entre échantillons. La réflexion qui oriente les calculs de cette étude est nourrie d'idées issues d'une part d'expériences cliniques auprès d'enfants qui n'ont pas accès à la parole (enfants autistes et psychotiques) et d'autre part de l'observation du bébé. Au cours de ce travail, c'est l'interaction de cette réflexion avec l'analyse statistique qui a fait émerger des concepts situant le système perceptif chez le bébé comme moteur de la mise en place de la parole. Dans le chapitre 2, nous présentons les concepts du modèle de la mise en place du système perceptif établi au cours de l'étude. Puis nous exposons les objectifs de cette étude. Ces objectifs sont contraints par la nature même des phénomènes étudiés qui sont analysables uniquement au cours de l'évolution du bébé considéré dans sa globalité. Nous présentons également dans le chapitre 2 la base de données des cotations par des cliniciens de séquences vidéo de bébé entre 3 et 9 mois. Enfin, nous expliquons la signification des trois critères quantitatifs retenus.

Dans le chapitre 3, en fonction de chaque cohorte, l'étude à l'aide de statistiques descriptives met en évidence comment le bébé et la mère en interaction font usage du système perceptif pour communiquer. Le nombre important de bébés dans la plupart des cohortes permet d'analyser l'évolution par rapport à l'âge calendaire. Cette recherche ne pouvait pas être menée sans cette dimension puisque les précurseurs du langage ne sont repérables qu'au niveau de l'évolution. Nous nous intéressons non seulement aux trois critères quantitatifs mais aussi à leurs liens.

Il est apparu au cours de ce travail que nous pouvions mesurer l'influence de la vocalise en fonction des autres moyens de communication chez le bébé. Cette étude est détaillée dans le chapitre 4.

L'une des originalités de cette base de données a été de coter les comportements rythmiques dans la relation entre la mère et le bébé. Elle est finement décrite statistiquement en fonction des cohortes dans le chapitre 5. Les résultats parviennent à analyser des critères prenant en compte le fait que le bébé soit émetteur ou récepteur du rythme. Ces critères décrivent la manière d'émettre ou de recevoir le rythme avec les mains, les pieds ou les vocalises. Enfin, cette coordination rythmique est décrite en fonction des modes perceptifs.

Le chapitre 6 regroupe les conclusions d'un point de vue clinique pour chaque cohorte en s'appuyant sur l'interprétation des résultats obtenus dans l'étude statistique. Nous y donnons aussi les conclusions se rapportant au rôle du rythme dans la communication entre le bébé et sa mère.

Dans l'annexe, chapitre 7, nous détaillons les protocoles, les champs utilisés dans la base de donnée et quelques outils statistiques.

Remerciements. Les deux codirecteurs du projet PILE sont le Professeur Bernard Golse et Madame Valérie Desjardins. La cellule vidéo est implantée dans le service de Pédopsychiatrie (Pr. B. Golse) de l'Hôpital Necker-Enfants Malades (Paris). La base clinique étudiée dans ce travail a été réalisée par

Valérie Desjardins en collaboration avec Christelle Benony. Les champs de la base utilisables pour cette étude (voir Chauveau et al. [4]) ont été pensés et mis au point par Valérie Desjardins. Les tournages ont été réalisés par les cliniciennes : Mmes Valérie Desjardins, Christelle Gosme, Marluce Leitgel-Gille et Julia Wenke Motta de Castilho, et les Drs. Lisa Ouss et Roberta Simas. Ils ont été encadrés techniquement par Alain Casanova, Xavier Jeudon, Gwenaël Mulsant et Nicolas Perinetti. Les cotations des cohortes ont été réalisées par Mmes Valérie Desjardins, Christelle Gosme, Florence Lafine, Marluce Leitgel-Gille, Julia Wenke Motta de Castilho et par le Dr. Roberta Simas. De nombreux bébés ont été recrutés grâce à Edith Thoueille, directrice de l'Institut de Puériculture de Paris.

Chapitre 2

Présentation de l'étude de la communication mère bébé par le système perceptif

2.1 Modèle de la formation des précurseurs du langage par le système perceptif

À chaque prise de parole, le système perceptif participe à la rencontre. Le rôle du système perceptif ne se limite pas à une fonction dans le temps présent de la parole, il assure au début de la vie une fonction fondamentale dans la constitution des phénomènes qui créent l'émergence de la parole. Une analyse détaillée de la mise en place du système perceptif est une avancée dans la compréhension des précurseurs de la parole. Nos cinq modes perceptifs, le Toucher, l'Odorat, le Goût, l'Audition et la Vue sont sollicités ensembles mais selon certains agencements qui se sont constitués au début de la vie. Le bébé perçoit des mouvements et non des choses fixes. Selon chaque mode perceptif, il perçoit un mouvement. Cette perception selon chaque mode est un mouvement rythmé. Par exemple, il perçoit une voix par l'audition ou un mouvement de main par la vue. Grâce à leur caractère rythmé, les mouvements perceptifs peuvent s'intriquer. Ce phénomène est appelé comodalisation (Meltzer 2004 [10]).

Par la répétition des événements perçus sur plusieurs modes, le bébé va affiner le rythme de ses modes perceptifs tout en les comodalisant comme des instruments de musiques qui répètent ensemble. Par exemple il perçoit en même temps la voix et la main qui évoluent ensembles. Il existe un lien intrinsèque entre la comodalisation et le rythme.

En recherche, il est plus facile de mesurer le rythme que la comodalité. La

comodalité comme le rythme (Gepner B. 2006, [7]) existent à un niveau partiel et à un niveau global. Chaque mode de perception peut être pensé se comodalisant avec les autres et l'agencement dû à la comodalité des modes perceptifs forme un tout qui construit le système perceptif. Le rythme peut être pensé au niveau de chaque mode perceptif et il existe aussi une notion globale du rythme, appelée enveloppe rythmée. Le mot enveloppe ne doit pas être compris comme une représentation mais comme une fonction, effectivement c'est l'ensemble du corps qui est stimulé par le rythme. On distingue une perception proximale et une perception distale parce que les modes perceptifs ne se vivent pas au même niveau. Ils sont vécus de manière proximale quand ce qui est perçu est proche. Ils sont distaux quand ce qui est perçu est à distance.

On choisit le moment privilégié de la tétée pour comprendre comment les modes perceptifs organisent leurs alliances. Pendant la tétée, trois modes sont sollicités en même temps au niveau de la bouche : le Toucher, l'Odorat, le Goût (TOG) ; ils sont proximaux. Quand le bébé tète, il crée un rythme au niveau de TOG et réalise un son suffisamment audible pour stimuler l'Audition. Le rythme de la succion est construit dès in utero, il est la résultante des sons rythmés du corps maternel reçus sur les organes du bébé et par ses oreilles. Ces sons sont comodalisés au moins au niveau du mode du Toucher et de l'Audition (Streri 1996, [14]) ce qui crée la texture agréable de la succion. La vie in utero lie à jamais l'audition au toucher par comodalisation. Après la naissance, le bébé continue à accorder le rythme de sa succion sur le rythme de la voix de la mère perçue en comodalité par l'audition et par le toucher sur sa peau . Ce rythme est façonné par un rythme universel comme ceux de la respiration et du cœur associés à ceux de la langue maternelle se distinguant par une réception d'origine intérieure et extérieure.

Cet acte de succion est un acte fondamental par l'entrée du bébé en tant qu'acteur dans la langue maternelle. Plus précisément, c'est la première entrée du système perceptif dans la langue. La tétée construit une comodalité proximale avec les quatre modes perceptifs : Toucher, Odorat, Goût et Audition (TOGA). Dans la succion, le rythme est simple et assure une solide comodalité, tout ceci rend la comodalité proximale plus sûre à réaliser. Le rythme du corps maternel enveloppant le bébé maintient le son autour de lui et sert de caisse de résonance améliorant la réception de la voix maternelle sur le corps du bébé. L'activité de la comodalité proximale œuvre au niveau de l'ensemble de l'enveloppe rythmée du bébé. Il est important de remarquer que le statut de l'audition est proximal grâce à la comodalité avec le toucher qui agit sur l'ensemble du corps. L'audition proximale est donc intimement liée grâce à la vie in utero à l'ensemble du rythme corporel.

La vue d'une manière particulière est aussi présente en proximal. Lorsqu'on se regarde, on ne crée pas une image de l'œil mais une sensation de se toucher. Ce caractère particulier est dû au fait que la Vue est comodalisée avec TOGA de l'expérience de la tétée. Le bébé au début de la vie regarde les points brillants du visage tout en activant la succion et en sentant le liquide dans sa bouche. La Vue devient de nature proximale. Puis lorsque l'expérience TOGA+Vue (TOGAV) est solide, le bébé en regardant la mère, peut solliciter cette expérience

psychique sans téter (TOGA)V. Le contact du regard est à jamais lié à la perception proximale, son rythme par la suite est organisé aussi par les paupières. L'audition comodalisée au toucher depuis la vie in utero, est reliée à l'ensemble de l'enveloppe rythmée. Par l'expérience de la tétée la vue est aussi relié à l'ensemble de l'enveloppe rythmée.

Déjà in utero puis au début de la vie, le bébé édifie sa perception proximale avec les cinq modes. Après la naissance, il est fondamental de comprendre que l'audition et la vue sont par la comodalité vécus en proximal dans la communication entre le bébé et sa mère. Cette particularité crée pour le bébé une sensation de proximité avec sa mère, proche de celle in utero alors qu'il est séparé du corps maternel. Cette proximité se joue sur l'ensemble du corps par la constitution de l'enveloppe rythmée appelée enveloppe proximale. Elle est principalement caractérisée par des micro-mouvements (Devouche E. et Gratier M. 2001/2, [3]) construits dès in utero. À la naissance, on peut observer ces micro-mouvements au niveau des mains, des pieds et du visage. La voix de la mère est aussi animée de mouvements plus amples, des macro-mouvements que le bébé reçoit en proximal par le toucher et l'audition et qui viennent enrichir l'enveloppe proximale. Par son origine in utero, l'enveloppe proximale est obligatoirement globale et unifie le corps.

Juste avant, après ou pendant la tétée, il perçoit avec la Vue et l'Audition, le système "voix-visage" de la mère. Cette comodalité qui est distale, est organisée par les mouvements accordés de la voix et des expressivités du visage maternel. Expériences après expériences, ces mouvements maternels intriqués sont le support perceptif de la comodalisation des deux modes de l'Audition et de la Vue chez le bébé. Le moteur de la mise en place comodale du système perceptif de l'audition et de la vue en distal est la langue maternelle (ou les langues des adultes référents). Ces mouvements sont essentiellement des macro-mouvements. Ceux-ci sont plus facilement perceptibles par le bébé que les micro-mouvements. En percevant ces mouvements organisés par la langue, le bébé donne du sens à ce qu'il vit en construisant un système de codes.

La perception proximale et la perception distale sont organisées par la langue. Deux comportements, facilement observables, indiquent que le bébé entre dans la langue. La succion lors de la tétée qui est un moment fondateur de l'enveloppe proximale et l'émission de rythmes avec les mains, les pieds, les vocalises et le visage qui signe l'enveloppe distale. Dans les deux cas, le bébé est acteur en réalisant des rythmes (Ciccone A. 2007,[2]). Il communique avec l'adulte en inscrivant l'ensemble de son corps dans la langue. Le bébé produit ces mouvements alors qu'il a perçu les rythmes en entendant la voix de sa mère et en regardant son corps et plus précisément l'expressivité de son visage. Les deux transmissions comodales de rythmes, l'une en proximale et l'autre en distale, sont toutes les deux fondatrices de l'entrée dans la parole.

Puis la mère portant moins le bébé commence à communiquer en face à face, le système perceptif proximal évolue en même temps. Cet éloignement correspond chez le bébé à une bonne enveloppe proximale grâce à un bon niveau de comodalité audition et toucher, donc il n'a plus besoin d'être porté par l'ensemble des rythmes du corps de la mère. Cet éloignement correspond aussi au

fait qu'il est apte à solliciter l'expérience de comodalité audition/toucher quand il entend un son et qu'il est apte à solliciter l'expérience (TOGA)V pour contacter le regard de sa mère sans stimuler TOGA dans la bouche. À cette distance de communication, les deux interlocuteurs se touchent T essentiellement avec les mains et se contactent sur le mode auditif A comodalisé au toucher T sur l'ensemble du corps. L'usage du mode auditif en proximal se reconnaît facilement avec un bébé dans le sens où les deux interlocuteurs semblent être touchés par le son ; c'est un contact instantané. Petit à petit, le système proximal n'est plus la fonction majoritaire et la communication évolue vers des propriétés plus distales tout en maintenant une communication proximale par le contact du regard et par la voix. L'accordage en référence à l'accordage affectif de Stern [13] est l'harmonisation des enveloppes rythmées grâce essentiellement à l'harmonisation des enveloppes proximales par le contact du regard et la réception de la voix. L'évolution du bébé est réussie entre 3 mois et 9 mois si l'audition A et de la vue V se sont formées à la fois en proximal et en distal pour assurer une bonne communication.

Nous proposons comme postulat du modèle : Avant l'émergence de la parole, un événement dans la réalité perçu par le bébé au moins sur deux modes perceptifs est enregistré comme un vécu psychique "extérieur", c'est-à-dire vécu, éprouvé et indexé comme se situant en dehors du bébé. L'évènement psychique est vécu avec des éléments qui disparaissent. Au même instant où le vécu psychique est classé comme extérieur, il prend un sens dans l'ensemble de l'organisation psychique. Par exemple lorsque le bébé tète, il comodalise le toucher, l'odorat, le goût, l'audition et la vue TOGAV au contact du corps de la mère qui ensuite disparaît ; ce vécu psychique est enregistré comme un évènement extérieur. Le vécu psychique est enregistré avec un "sens" dont le système organisateur de référence est le corps de la mère dans son histoire. La mise en place du système perceptif organise des processus qui définissent le rapport extérieur/intérieur en fonction du temps.

Cette limite entre extérieur et intérieur se construit aussi par les processus d'appropriation et d'unification du corps du bébé. Pour que le bébé s'approprie son corps, les parties de son corps doivent être perçues comme un élément qui n'est pas extérieur, donc selon le postulat en unimodal. Par exemple, le bébé perçoit en unimodal son corps en le touchant avec sa main. Dans le cas de la vue, la perception visuelle de la main, est associée à la sensation proprioceptive¹ quand le bébé bouge la main. Le mode auditif A agit en unimodal pour l'appropriation de la voix associée aux vibrations dans la gorge. Le postulat qui structure le modèle perceptif étudié ici garantit l'ancrage corporel du moi et l'existence d'un soi et d'un non soi quand le bébé accèdera à la représentation (Freud,1923 [5], Freud,1927 [6]).

L'objectif de cette étude est la mise au point d'un modèle perceptif au croisement d'analyses statistiques et d'une expérience clinique. Ce modèle doit éclairer de manière nouvelle la compréhension de la construction de la parole du bébé en cherchant à résoudre les contraintes suivantes :

¹la sensibilité proprioceptive est propre aux muscles, ligaments, os.

- L'expérience clinique avec des enfants qui ont des troubles graves du langage, génère des concepts sur la construction de la parole. Ces concepts présentent l'avantage de se construire en tenant compte de l'ensemble de l'enfant en évolution. Par contre, les phénomènes vécus en thérapie ne sont pas mesurables et ont lieu avec des enfants spécifiques et en petit nombre.
- L'observation des bébés en interaction avec leur mère permet de repérer des comportements mais cette observation à l'œil nu a deux inconvénients majeurs. Elle est à un instant t et ne tient pas compte de l'évolution. Elle concerne un mouvement partiel qui n'est pas mis en cohérence avec l'ensemble du fonctionnement du bébé.
- L'étude des précurseurs de la parole ne doit pas porter sur les spécificités des individus mais bien saisir les phénomènes universels chez le bébé.

Si les objectifs sont atteints en se maintenant au niveau de la globalité du bébé en interaction avec sa mère au cours de son évolution, les résultats pourront ouvrir sur de nouvelles idées pour la prise en charge des enfants qui ont des troubles graves du langage.

2.2 Présentation de la base de données

Les champs de la base sont définis en tentant de diminuer l'influence des contraintes nommées ci-dessus. Pour cela, il est important de coter de nombreux bébés ; il faut d'autre part choisir des gestes simples facilement repérables sur un film. Les mouvements du corps retenus sont en intelligence avec le modèle perceptif exposé en 2.1. Ces mouvements sont rythmés et participent à la construction du bébé et sa communication. Les données sont récoltées à partir de films tournés selon les protocoles présentés dans l'annexe 7.1. Il apparaît au cours de l'étude que cette base peut identifier le rôle des différents modes perceptifs (Toucher, Audition et Vue) selon qu'ils sont vécus de manière proximale ou de manière distale par le bébé en relation avec sa mère.

Trois groupes de champs particuliers, ont été retenus dans la base pour mener cette étude (voir l'annexe 7.2 pour la description des champs) :

- Le groupe de coordination du bébé par rapport à son corps, (22 champs dans la base), noté *cbb*.
- Le groupe de coordination du bébé avec le parent (20 champs) qui décrit comment le bébé et le parent se touchent par la voix ou le geste, noté *cbp*.
- Le groupe de coordination rythmique du bébé et du parent (38 champs) qui décrit la communication par le rythme, noté *cry*.

Les modalités de réponse pour les champs de coordination étudiés sont binaires (oui, non). Chaque champ correspond à un mouvement ou une action du bébé qui sera décrite plus précisément au paragraphe 2.3. On ne s'intéresse pas au nombre de fois où le bébé fait le geste, mais au fait que ce geste ait lieu durant la séquence vidéo qui dure une minute. Si le bébé ne touche pas son corps durant ce temps, la réponse est "non", s'il le touche au moins une fois, la réponse est "oui". La même règle est appliquée lorsque la mère touche avec sa main ou avec sa voix le bébé ainsi que lorsque a lieu une transmission du rythme. Une

attention toute particulière est portée à l'analyse de la transmission du rythme. En particulier, la base permet de savoir si le bébé ou la mère sont émetteurs ou récepteurs du rythme par leurs mains, par leurs pieds, ou par leur voix. La pertinence des champs permet aussi d'analyser l'influence de la dimension comodale dans la transmission du rythme.

Pour les deux premiers groupes, on distingue le fait qu'il y ait eu une vocalise ou non pour chaque champ (voir l'annexe 7.2). Remarquons que le fait de différencier "avec" et "sans" vocalise n'est pas exclusif, le bébé peut toucher son pied en faisant une vocalise et plus tard refaire le même geste, mais cette fois-ci sans vocalise.

L'étude porte sur 7 cohortes dont les critères de sélections sont les suivants :

- la cohorte des bébés sans trouble (*st*) : 45 bébés (954 séquences). Ils sont sans handicap, sans maladie génétique, de toutes ethnies, sélection randomisée. Ils sont nés à terme, ils n'ont pas subi d'hospitalisation. Leurs parents n'ont aucun handicap.
- La cohorte des bébés hospitalisés précocement (*hos*) : 7 bébés (195 séquences).
- La cohorte des bébés soumis à des contraintes alimentaires dans le cadre d'affections pédiatriques, malformatives ou métaboliques. Cette cohorte est appelée "troubles alimentaires" (*tal*) : 15 bébés (172 séquences).
- La cohorte des bébés prématurés (*prm*) : 15 bébés (195 séquences). Les bébés prématurés ont été sélectionnés quand ils sont nés entre 30 et 36 semaines d'âge gestationnel.
- La cohorte des bébés dont la mère a une déficience visuelle (*dev*) : 6 bébés (135 séquences). Ces bébés ont des mères malvoyantes avec une atteinte de l'acuité visuelle variable. Au moment de l'étude, les bébés ne présentent pas de handicap visuel. Par ailleurs, les pères sont tous voyants.
- La cohorte des bébés dont la mère est aveugle (*mav*) : 7 bébés (106 séquences). Ces bébés ont des mères aveugles. Au moment de l'étude, les bébés ne présentent pas de handicap visuel. Par ailleurs, les pères sont tous voyants.
- La cohorte des bébés épileptiques avec syndrome de West. Cette cohorte est appelée "troubles neurologiques" (*neu*) : 16 bébés (183 séquences).

L'unité statistique est la séquence. Elle est caractérisée par un bébé, son âge, sa cohorte, un protocole (spontané, avec objet ("girafe"), avec chanson ("ainsi font font"), voir annexe 7.1). On appelle séquence le résultat de la cotation (réponse à un questionnaire qui constitue la base de données) d'une séquence vidéo d'une minute faite par un juge. Le tableau (2.1) donne pour chaque cohorte le nombre de séquences coté par 1 à 7 juges.

Dans l'étude qui suit, les bébés viennent normalement de 3 à 9 mois à intervalle de temps régulier, mais dans certains cas il est difficile de garder cette régularité et d'en d'autres cas le bébé vient plus longtemps. Il est intéressant pour la suite, d'observer (fig.2.1) la répartition du nombre de tournages par rapport à l'âge des bébés pour chaque cohorte.

Lors de la minute d'observation, l'analyse du juge porte sur des gestes définis par avance que le bébé fait seul ou en interaction. En moyenne nous trouvons

nombre de juge	1	2	3	4	5	6	7	séq. vidéos	séq. cotées
bébé <i>st</i>	425	116	32	20	14	5	3	615	954
bébé <i>hop</i>	105	24	9	0	3	0	0	141	195
bébé <i>tal</i>	86	0	10	2	0	1	6	105	172
bébé <i>prm</i>	187	4	0	0	0	0	0	191	195
bébé <i>dev</i>	38	44	3	0	0	0	0	85	135
bébé <i>mav</i>	77	1	9	0	0	0	0	87	106
bébé <i>neu</i>	97	28	6	3	0	0	0	134	183

TAB. 2.1 – Nombre de séquences vidéo cotées par plusieurs juges.

deux à trois réponses “oui” dans chaque groupe de coordination.

Pour chaque séquence, on comptabilise le nombre de réponses positives pour les trois catégories de coordination. On obtient ainsi 3 variables quantitatives *cbb*, *cbp* et *cry*, à valeurs respectivement dans $\{0, 1, \dots, 22\}$, $\{0, 1, \dots, 20\}$ et $\{0, 1, \dots, 38\}$ sur n observations (où $n = 1940$ est le nombre de séquences cotées). Dans la pratique les valeurs maximums de *cbb*, *cbp* et *cry* ne dépassent pas respectivement 15, 12 et 14.

La figure 2.2 donne les histogrammes des 3 critères, sur l’ensemble des séquences. En abscisse est porté le nombre de modalités “oui” pour chaque groupe *cbb*, *cbp*, *cry* en une séquence :

- le nombre de fois où le bébé s’est touché ou s’est regardé (*cbb*)
- le nombre de fois où le bébé ou la mère se sont touchés avec un son ou avec le corps (*cbp*)
- le nombre de fois où le rythme a été transmis par la bébé ou la mère (*cry*).

En une minute, il est fréquent qu’il n’y ait pas de modalité “oui” durant la séquence. Certains couples “bébé mère” se coordonnent jusqu’à 15, 14 ou 12 fois dans une séquence, mais cette situation reste rare. Cette distribution d’histogramme justifie le choix d’appliquer l’analyse à la somme des modalités. On peut remarquer une différence sur le mode² de la distribution empirique, entre *cbb* et les deux autres critères; elle signifie notamment qu’il est plus fréquent d’avoir des observations pour le critère de *cbb*.

2.3 Présentation de critères quantitatifs de la communication perceptive

On décrit les trois critères *cbb*, *cbp* et *cry* au regard des hypothèses du modèle de la mise en place du système perceptif.

- *cbb* : On note “oui” un champ de *cbb* quand le bébé touche une partie de son corps avec sa main ou avec son pied ou quand il regarde une partie de son corps. Les modes perceptifs mis en jeu et notés dans la base sont le toucher T et la vue V. On distingue si le bébé se touche avec ou sans vocalise. Le comportement du bébé observé dans ce paragraphe participe aux processus

²valeur de plus forte probabilité, empirique ici

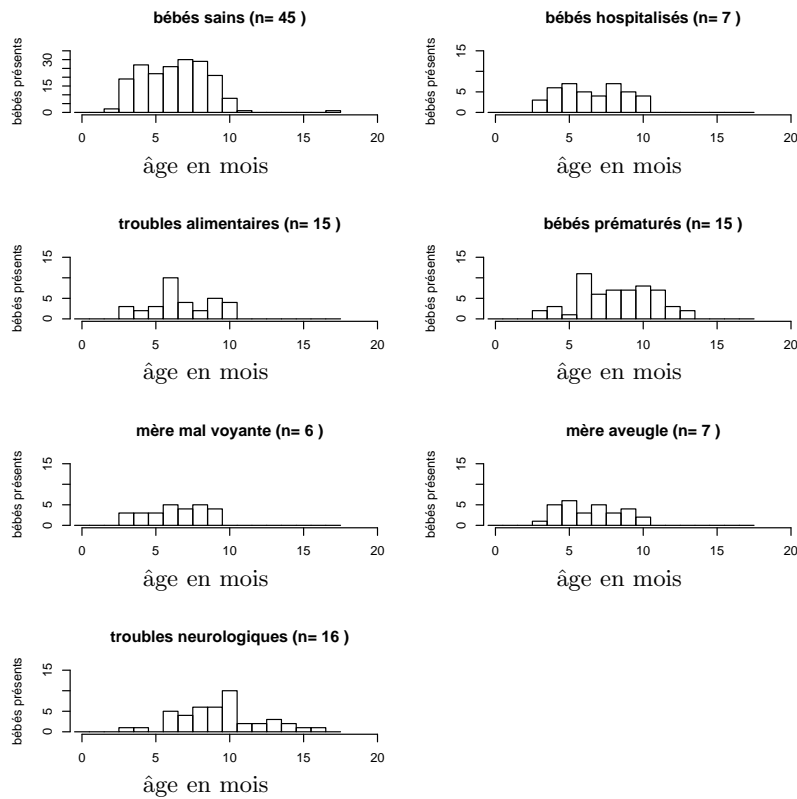


FIG. 2.1 – Histogrammes de la répartition des tournages, par cohorte (l'échelle pour les bébés sains est différente pour une meilleure visibilité).

d'appropriation et d'unification de son corps. Selon l'hypothèse faite en introduction, le mode visuel est obligatoirement unimodal pour que les parties du corps regardées (et particulièrement les mains) ne soient pas extérieures mais bien faisant partie du corps du bébé. L'usage unimodal du mode perceptif visuel V, le fait basculer dans une fonction proximale comme le toucher T. L'analyse en fonction de la vocalise renseigne sur le mode perceptif auditif A qui agit à deux niveaux. Le son est reçu en comodalité par l'audition et par le toucher sur la peau et peut-être d'autres parties du corps plus internes. En écoutant, le bébé peut aussi solliciter des vécus psychiques où l'audition est déjà comodalisée au toucher. Et dans l'appropriation de la voix, l'audition A est en unimodal. Ce critère *cb* caractérise l'usage proximal sur le corps du bébé du toucher T, de l'audition A (en comodal et en unimodal) et de la vue V en unimodal. On retiendra que le critère *cb* décrit la mise en place des processus d'appropriation et d'unification du corps par l'usage du système

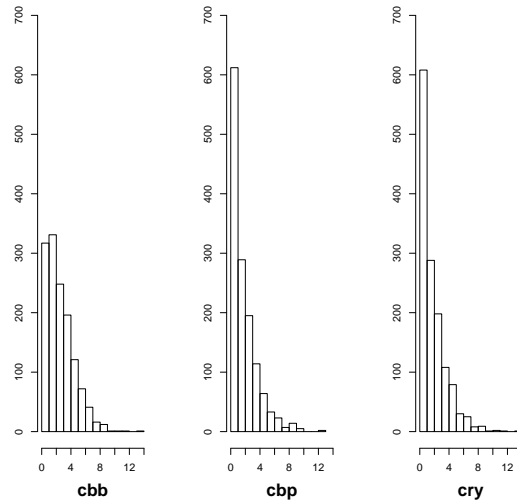


FIG. 2.2 – Histogrammes des critères retenus (nombre de modalités “oui”) pour chaque groupe de champs.

perceptif proximal.

- *cbp* : On note un champ quand le bébé touche sa mère avec sa main ou son pied ou quand la mère touche son bébé avec sa main. Le mode perceptif en jeu pour chacun d’eux est le toucher T. Ce mode du toucher peut être comodalisé. On note aussi quand le bébé et la mère se touchent par un son, cet échange est caractérisé par l’immédiateté de la réponse. Cette caractéristique nous conduit à dire que ce contact selon le mode perceptif auditif A est vécu de manière proximale en étant comodalisé au toucher par le son sur la peau ou sur d’autres parties du corps plus internes. La comodalité de l’audition au toucher peut-être aussi obtenue par la sollicitation de vécus psychiques où l’audition et le toucher sont déjà sollicités. **Ce critère *cbp* décrit les processus dans l’échange entre le bébé et sa mère au niveau proximal par les deux modes perceptifs Toucher et Audition.** Pour mieux interpréter les résultats de ce groupe *cbp*, il est nécessaire de savoir si l’un des deux interlocuteurs, la mère ou le bébé, influence d’avantage la relation. Autrement dit, si l’un des deux initie plus la relation. Les résultats de ce groupe *cbp* sont interprétés en tenant compte du fait que les parents initient de manière majoritaire la relation.

Les deux champs *cbb* et *cbp* mesurent des processus du système perceptif proximal avec essentiellement les modes du toucher T, de l’audition A en unimodal et en comodal, de la vue V en unimodal.

- *cry* : On note un champ si le bébé bouge ses mains ou ses pieds en rythme

Cohorte / Émetteur	Parent	Bébé
Sans trouble	78%	22%
Bébés hospitalisés	92%	8%
Troubles alimentaires	74%	26%
Bébés prématurés	77%	23%
Mère avec déficiences visuelles	69%	31%
Mère aveugle	67%	33%
Troubles neurologiques	88%	12%

TAB. 2.2 – Répartition de l’initiative entre le bébé et le parent.

avec sa voix. On note un champ si le bébé perçoit un rythme sur la mère qu’il réalise ensuite par la main, le pied ou la voix. On note un champ si la mère répète un rythme par la voix ou les mains, rythme perçu sur son bébé. Dans *cry*, les deux modes utilisés sont l’audition A et la vue V. Ces échanges sont sur un mode distal à l’opposé du mode proximal dans *cbb* et *cbp*. **Le critère *cry* décrit des modes de transmission du rythme dans la relation selon le système perceptif distal.** L’étude du rythme distal renseigne sur la qualité de la comodalité distale A et V. Remarquons que la transmission de rythmes n’est pas uniquement en distal, elle peut aussi être en proximal par des micro-rythmes.

Chapitre 3

Analyse de la communication mère bébé par le système perceptif, en fonction de l'âge

L'analyse de la population globale a un intérêt limité dû à la trop forte disparité entre le nombre des séquences de bébés sans trouble et le nombre de séquences relatives aux autres cohortes. Nous avons donc préféré étudier les cohortes séparément, afin de faire apparaître lorsque cela était possible, des différences de tendances entre cohortes, pour les critères étudiés, et en tenant compte de certains facteurs.

Nous considérons comme individu statistique dans les analyses qui suivront le résultat de la cotation d'une séquence vidéo par un juge pour les trois critères. Une séquence vidéo pouvant être cotée par plusieurs juges, nous pondérons chaque individu statistique par l'inverse du nombre de juges qui ont coté la séquence vidéo concernée. Nous avons indiqué en annexe 7.3 les nombres de séquences cotées par juges, et ce pour toutes les cohortes de l'étude.

Pour visualiser le comportement des cohortes selon les trois critères *cbb*, *cbp* et *cry*, nous utilisons comme premier outil statistique et descriptif l'*Analyse en Composantes Principales* (ACP, voir, e.g., Lebart *et al* [8]). Toutes les représentations d'ACP ont été réalisées avec le logiciel R [11], en utilisant le package `ade4` [1]. Le principe de l'ACP est résumé dans l'annexe 7.4.1 ; disons simplement ici qu'il s'agit de représenter, de manière "optimale", sur un plan — graphique en deux dimensions appelé *plan principal* — un nuage de points de dimension supérieure (ici seulement 3, car nous avons 3 variables quantitatives).

3.1 Bébés sans trouble

Cette cohorte représente $n = 954$ individus statistiques (c'est-à-dire séquences notées). Les tranches d'âge (avant 4 mois, 4 à 7 mois, après 7 mois) ont été choisies de manière à ce qu'elles coïncident avec les besoins cliniques et de manière à ce que la répartition des séquences entre les trois groupes soit homogène. La table (7.1) de l'annexe 7.3 nous renseigne sur le nombre de séquences vidéo et de séquences cotées par tranche d'âge.

Sur la figure 3.1 issue de l'ACP, les deux ellipses d'inertie pour les groupes d'âge supérieurs à 4 mois sont similaires et contiennent l'ellipse d'âge inférieur à 4 mois. Sans distinction de cohorte, l'observation clinique montre que le bébé en dessous de 4 mois a des mouvements très peu coordonnés qui prennent forme ensuite. Cette évolution significative après 4 mois se retrouve donc statistiquement. Comme le montre le cercle de corrélation (qui décrit les liens entre les caractères initiaux et les deux axes du plan principal), l'axe vertical du plan principal correspond plutôt au critère *cry* tandis que l'axe horizontal correspond à *cbb* et *cbp*. De ce fait voyant que les ellipses évoluent plus le long de l'axe vertical, on en conclut que *cry* est le critère qui évolue le plus avec l'âge et plus particulièrement après 4 mois.

L'étude de la qualité du rythme distal qui est lié à la qualité de la comodalité distale de la vue et de l'audition par le critère *cry* est pertinente pour étudier l'évolution du bébé.

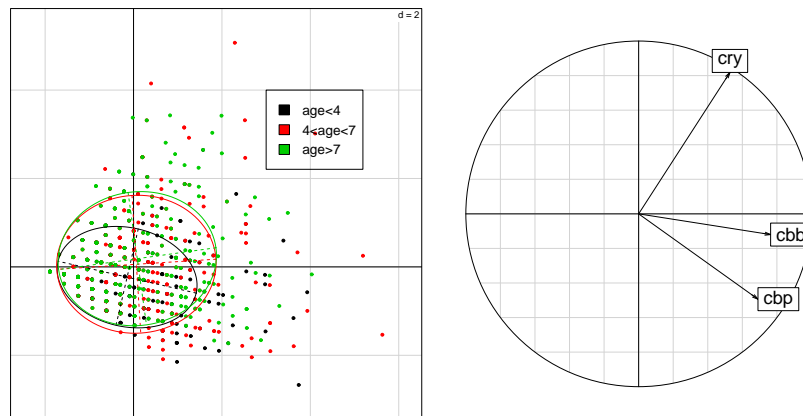


FIG. 3.1 – Cohorte sans trouble : Projection des individus sur le plan principal (gauche) avec ellipses d'inertie pour chaque tranche d'âge, et cercle de corrélations (droite).

Nous avons également donné (figure 3.2) les représentations de type *boxplot* des trois critères ventilés par tranches d'âge : avant 4 mois (noté $-4m$), de 4 à 7 mois (noté $4-7m$) et après 7 mois (noté $+7m$). Rappelons que sur ces graphiques (appelés aussi *box-and-whisker* “boîtes et moustaches”), les limites de la “boîte” représentent les quartiles 25% et 75%, entre lesquelles la médiane

figure (ligne horizontale), et que les lignes extrêmes (moustaches) représentent des valeurs extrêmes : dans le logiciel R utilisé ici, il s'agit des extrêmes ne se trouvant pas à plus de $1.5IQR$ de la boîte, où IQR est l'écart interquartiles.

Plus les boîtes (donc la distribution des valeurs) sont situées vers les modalités élevées, plus cela indique un signe de mouvements "variés" de la cohorte, "variés" signifiant que le bébé a réalisé un nombre important de gestes différents. Par contre si un bébé répète à la suite un mouvement, cette répétition est prise en compte dans l'étude du rythme (voir le chapitre 5).

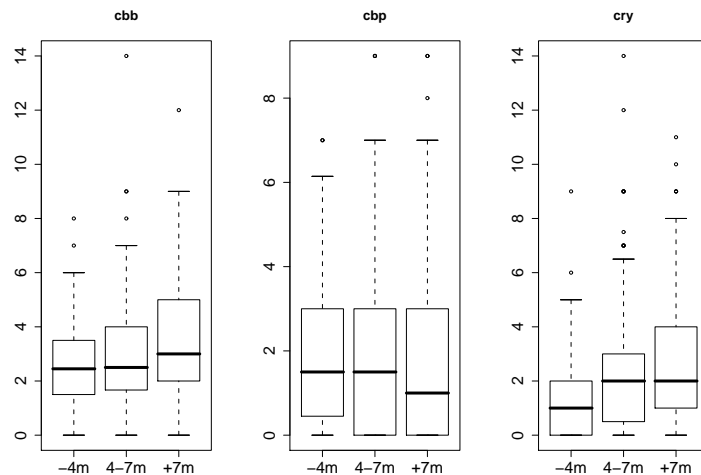


FIG. 3.2 – Boxplots par tranche d'âge, pour la cohorte sans trouble.

Comparaison des distributions par tranche d'âge Nous avons ensuite voulu mettre en évidence à l'aide de tests statistiques les éventuelles différences entre les distributions de nos critères par tranches d'âge. Comme il est souvent plus habituel et intuitif de comparer des moyennes, nous avons d'abord indiqué dans la table 3.1 les moyennes des critères. Les calculs de moyennes sont assortis d'intervalles de confiance de niveau asymptotique à 5% (c'est-à-dire validés par le théorème de limite centrale sur la moyenne empirique). La méthode la plus classique pour comparer les moyennes consiste à supposer que les sous-échantillons sont gaussiens, et à réaliser une analyse de la variance afin de tester l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes de chaque groupe de tranche d'âge. Malheureusement, l'hypothèse de normalité des données n'est pas acceptable ici. Un test de Shapiro-Wilk (voir annexe 7.4.2 et [12]) rejette très clairement cette hypothèse ici pour *cbb*, *cbp* et *cry*; pour les trois, la p -valeur (probabilité de se tromper en rejetant l'hypothèse nulle) est inférieure à $2e-16$.

Une solution consiste alors à comparer les distributions de la cohorte bébé sans trouble par tranche d'âge à l'aide du test non paramétrique de Kruskal-

Wallis (voir, e.g., [15] et l'annexe 7.4.3). Brièvement, il s'agit de tester l'hypothèse nulle d'égalité des lois (sans hypothèses de forme sur ces lois, non gaussiennes en particulier), contre une alternative consistant à postuler que la différence entre les groupes se manifeste par un décalage des distributions. On peut donc voir ce test comme un test d'égalité des moyennes de 3 groupes ou plus, sur données non gaussiennes.

La table 3.2 donne le résultat du test. Par exemple, la première p -valeur de 0.03 y indique le rejet (disons au niveau 5%) de l'hypothèse de l'égalité des distributions du critère cbb entre les différentes tranches d'âge. Afin de préciser d'où viens ce rejet, nous effectuons ensuite des tests de comparaison des tranches d'âge 2 à 2, dont les résultats figurent Table 3.3. Remarquons que dans le cas où l'on ne compare que 2 groupes, le test de Kruskal-Wallis revient à un test de Mann-Whitney (voir, e.g., [9]).

variable / groupe d'âge	$-4m$	$4-7m$	$+7m$
cbb	2.67 ± 0.23	2.81 ± 0.24	3.31 ± 0.31
cbp	1.80 ± 0.25	1.82 ± 0.22	1.64 ± 0.26
cry	1.43 ± 0.23	2.24 ± 0.27	2.58 ± 0.31

TAB. 3.1 – Moyennes des critères par tranche d'âge (avec intervalles de confiance), pour la cohorte sans trouble.

	cbb	cbp	cry
p -valeur	0.03	0.15	1e-6

TAB. 3.2 – p -valeur du test non paramétrique de Kruskal-Wallis pour l'égalité entre tranches d'âge, pour chaque critère, pour la cohorte sans trouble.

variable / $H0$	$-4m = 4 - 7m$	$-4m = +7m$	$4 - 7m = +7m$
cbb	0.64	0.018	0.03
cry	1e-3	2e-7	0.078

TAB. 3.3 – p -valeur du test 2 à 2 non paramétrique de Kruskal-Wallis pour chaque critère pour lequel le test global rejette l'égalité de distribution entre tranches d'âge, pour la cohorte sans trouble.

- cbb : En grandissant entre 3 mois et 9 mois, le bébé augmente ses gestes qui participent aux processus d'appropriation du corps, voir les médianes qui croissent (fig.3.2), et la validation de ces observations par les tests sur cbb (tab.3.1 et tab.3.3).
- cbp : Ce critère n'évolue pas en fonction de l'âge (fig.3.2). La quantité de mouvement que font la mère et le bébé pour se toucher par un son ou par le corps, n'est pas influencée par l'âge de celui-ci. Ceci est confirmé par les moyennes et les tests sur les médianes (tab.3.1 et tab.3.2). Ce résultat

se comprend en partie par le fait (déjà analysé) que la mère initie plus de mouvements ce qui atténue la mesure de l'évolution du bébé.

- *cry* : On observe dans la moyenne une grande coupure de la transmission rythmique entre la première tranche d'âge et les deux autres (fig.3.2, tab.3.1 et tab.3.3). Ce critère augmente avec l'âge. Ceci est aussi très clairement observé cliniquement. Le bébé à partir de 4 mois environ semble apte à une bonne transmission du rythme distal.

3.2 Bébés sans trouble en fonction du sexe

Il nous a également semblé intéressant de voir si, sur cette cohorte bien représentée, il était possible de mettre en évidence un effet du sexe du bébé sur les mesures.

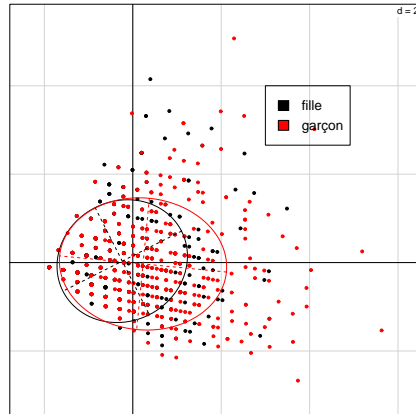


FIG. 3.3 – Cohorte sans trouble : projection des individus sur le plan principal et ellipses d'inertie pour chaque sexe.

Le plan de cette représentation (figure 3.3) est le même que pour la figure 3.1 (et le cercle de corrélation est aussi le même), seule la ventilation de la population change, elle est par sexe ici. Comme on le verra par la suite, l'allongement de l'ellipse des garçons sur la droite du graphique représente un critère *cbp* plus élevé chez eux.

variable / sexe	fille	garçon
<i>cbb</i>	2.95 ± 0.21	3.11 ± 0.22
<i>cbp</i>	1.47 ± 0.18	2.02 ± 0.21
<i>cry</i>	2.12 ± 0.23	2.32 ± 0.24

TAB. 3.4 – Moyennes des critères par sexe, pour la cohorte sans trouble.

Le test de Shapiro-Wilk rejette très clairement l'hypothèse de normalité pour *cbb*, *cbp* et *cry* (pour les trois, la *p*-valeur est inférieure à $2e-16$).

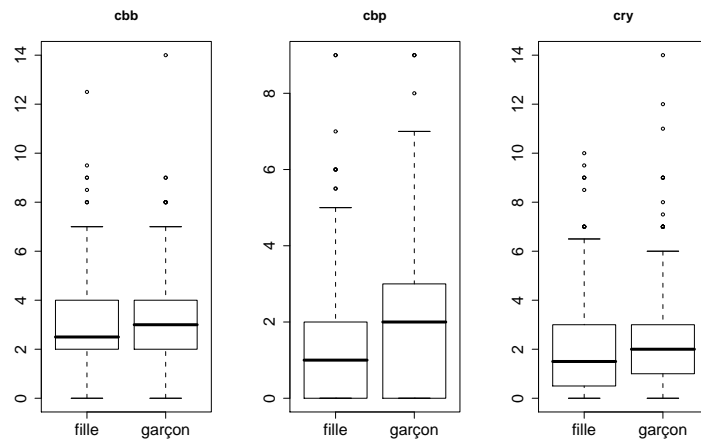


FIG. 3.4 – Boxplots par sexe, pour la cohorte sans trouble.

	<i>cbb</i>	<i>cbp</i>	<i>cry</i>
<i>p</i> -valeur	0.33	5e-4	0.15

TAB. 3.5 – *p*-valeurs du test non paramétrique de Kruskal-Wallis pour chaque critère, pour la cohorte sans trouble.

Il apparaît clairement que les filles et les garçons ont les mêmes résultats en *cbb* et *cry* et par contre *cbp* montre des différences. La découverte du corps et la transmission du rythme se font de la même manière quel que soit le sexe. La différence en *cbp* peut éventuellement être attribuée à une attitude de la mère différente avec les filles et les garçons.

3.3 Bébés hospitalisés

Cette cohorte représente $n = 195$ séquences cotées. On observe (figure 3.5) une différence avec les bébés sans trouble sur la représentation du plan principal, les ellipses représentant les âges supérieurs à 4 mois ne sont plus confondues ce qui tend à montrer une évolution plus lente chez les bébés hospitalisés. Comme pour les bébés sans trouble, *cry* est le critère qui évolue le plus. Le cercle de corrélation donne les mêmes informations que pour les bébés sans trouble.

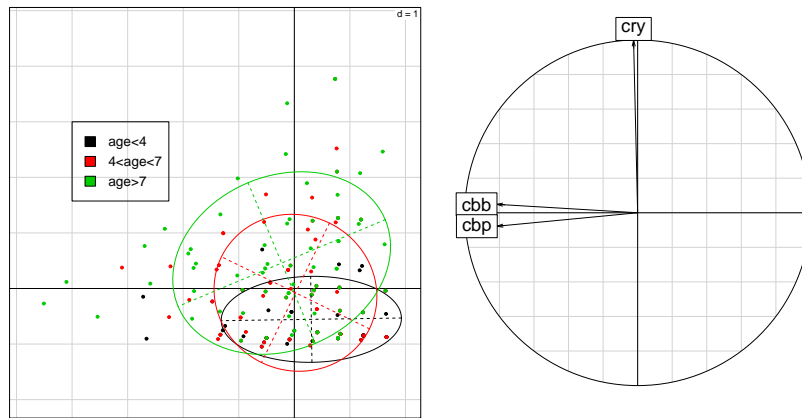


FIG. 3.5 – Cohorte des bébés hospitalisés : projection des individus sur le plan principal avec ellipses d'inertie pour chaque tranche d'âge et cercle de corrélations.

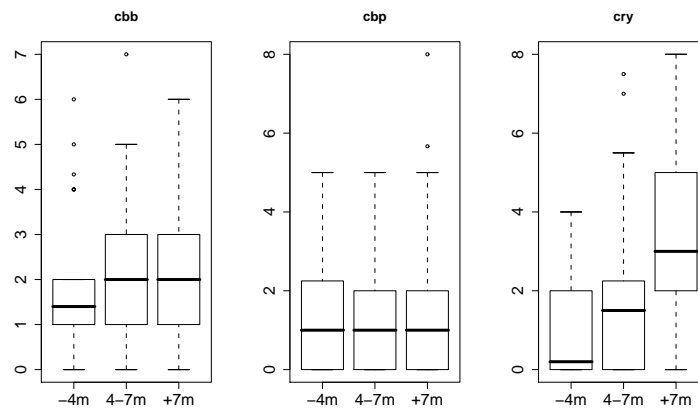


FIG. 3.6 – Boxplots par tranche d'âge, cohorte hospitalisés.

- *cbb* : Pour les deux premières tranches d'âge, on observe une progression

variable / groupe d'âge	-4m	4-7m	+7m
<i>cb</i>	1.90 ± 0.63	2.36 ± 0.37	2.35 ± 0.41
<i>cbp</i>	1.40 ± 0.55	1.31 ± 0.36	1.48 ± 0.43
<i>cry</i>	1.03 ± 0.52	1.70 ± 0.50	3.17 ± 0.55

TAB. 3.6 – Moyennes des critères par tranche d'âge, cohorte hospitalisés.

	<i>cb</i>	<i>cbp</i>	<i>cry</i>
<i>p</i> -valeur	0.18	0.88	2e-6

TAB. 3.7 – *p*-valeur du test de Kruskal-Wallis pour chaque critère, cohorte hospitalisés.

du même ordre que chez les bébés sans trouble, mais le résultat du test est moins flagrant (et cette cohorte concerne un plus faible nombre d'individus). Dès 4 mois le bébé rattrape un certain retard. Contrairement aux bébés sans trouble l'évolution stagne après 7 mois, donc globalement il y a un retard, ce qui est confirmé par le test d'égalité des lois qui ne rejette pas l'hypothèse nulle.

- *cbp* : Ce critère est encore moins discriminant que chez les bébés sans trouble. Bien que les mères de cette cohorte initient à 92%, les valeurs de *cbp* ne montrent pas d'évolution vers une augmentation des échanges.
- *cry* : Le critère est plus faible que chez les bébés sans trouble pour les deux premières tranches d'âges et double à la fin pour devenir plus grand. La valeur de *cry* est basse avant 4 mois et elle est importante après 7 mois.

variable / H_0	-4m = 4 - 7m	-4m = +7m	4 - 7m = +7m
<i>cry</i>	0.19	8e-6	6e-5

TAB. 3.8 – *p*-valeur du test de Kruskal-Wallis 2 à 2 pour le critère *cry* pour lequel on a rejeté l'égalité de distribution entre tranches d'âge, cohorte hospitalisés.

3.4 Bébés avec troubles alimentaires

Cette cohorte concerne $n = 172$ séquences cotées. Le faible nombre d'individus en dessous de 4 mois (15 séquences, voir Table 7.4) rend les résultats et surtout les tests statistiques peu fiables. Nous laissons les résultats pour cette tranche d'âge à titre d'information, mais aucune analyse n'est possible sur celle-ci.

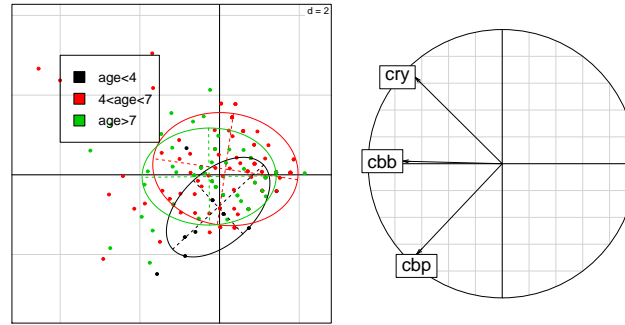


FIG. 3.7 – Cohorte avec trouble alimentaire : Projection des individus sur le plan principal avec ellipses d'inertie pour chaque tranche d'âge et cercle de corrélations.

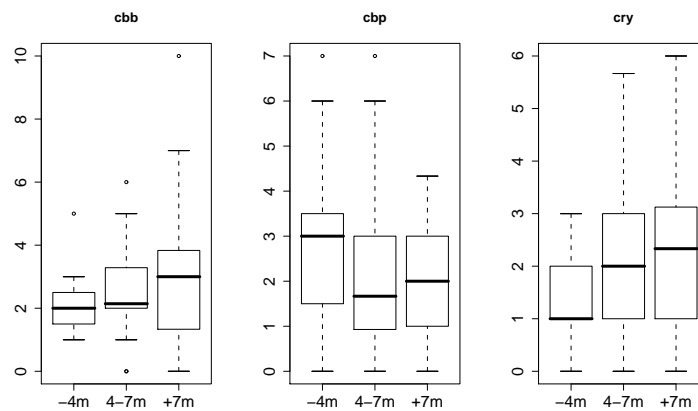


FIG. 3.8 – Boxplots par tranche d'âge, pour la cohorte trouble alimentaire.

Le test de Shapiro-Wilk rejette très clairement l'hypothèse de normalité pour *cbb*, *cbp* et *cry* (pour les trois, la p -valeur est inférieure à $3e-06$).

- *cbb* : Bien que la médiane évolue, la p -valeur montre qu'il n'y a pas d'évolution significative mais il n'est pas possible de confirmer cette tendance étant donné le nombre faible d'individus.

variable / groupe d'âge	$-4m$	$4-7m$	$+7m$
cbb	2.13 ± 0.58	2.66 ± 0.36	2.89 ± 0.77
cbp	2.93 ± 1.07	1.77 ± 0.41	2.03 ± 0.39
cry	1.40 ± 0.54	1.93 ± 0.4	2.41 ± 0.47

TAB. 3.9 – Moyennes des critères par tranche d'âge, pour la cohorte trouble alimentaire.

	<i>cbb</i>	<i>cbp</i>	<i>cry</i>
<i>p</i> -valeur	0.39	0.05	0.05

TAB. 3.10 – *p*-valeur du test de Kruskal-Wallis général pour chaque critère pour lequel le test global rejette l'égalité de distribution entre tranches d'âge, pour la cohorte trouble alimentaire.

- *cbp* : L'absence d'évolution de *cbp* entre les deux dernières tranches d'âge (voir *p*-valeur de 0.21 dans la table 3.11) correspond à une attitude maternelle constante comme pour les bébés sans trouble.
- *cry* : Les résultats du test (*p*-valeur de 0.09 dans la table 3.11) indiquent une évolution du critère *cry* avec l'âge, la moyenne évolue quasiment comme celle des bébés sans trouble.

variable / H_0	$-4m = 4 - 7m$	$-4m = +7m$	$4 - 7m = +7m$
<i>cbp</i>	0.02	0.10	0.21
<i>cry</i>	0.29	0.01	0.09

TAB. 3.11 – *p*-valeur du test de Kruskal-Wallis 2 à 2 pour chaque critère, pour la cohorte trouble alimentaire.

3.5 Bébés prématurés

Cette cohorte concerne $n = 195$ séquences cotées. Notons que les âges pris pour les bébés prématurés sont les âges corrigés, c'est à dire l'âge que devrait avoir le bébé s'il était né à terme.

Les ellipses sur le plan principal de la figure 3.9 montrent une évolution des trois critères avec l'âge, évolution que nous allons préciser dans la suite.

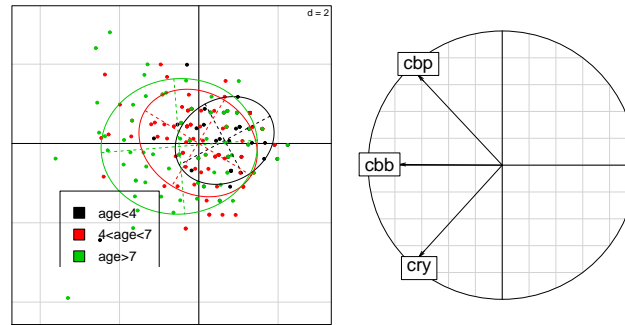


FIG. 3.9 – Cohorte des prématurés : Projection des individus sur le plan principal avec ellipses d'inertie pour chaque tranche d'âge et cercle de corrélation.

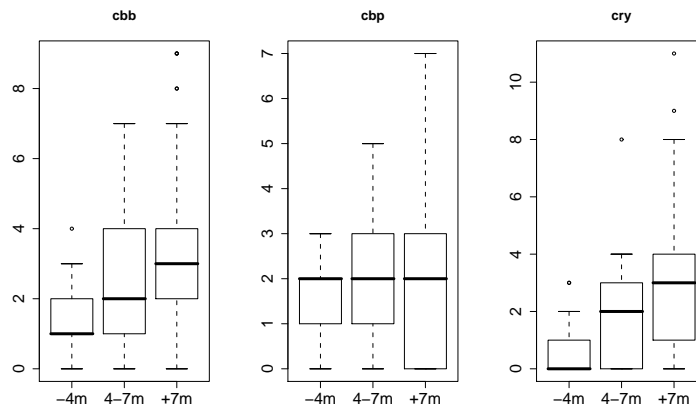


FIG. 3.10 – Boxplot par tranche d'âge, cohorte prématurés.

Le tableau des moyennes et les tests statistiques associés montrent clairement une évolution des trois critères *cbb*, *cbp* et *cry*. La valeur particulièrement élevée de *cbp* signifie une quantité de mouvement importante échangée en proximale alors que la mère n'initie qu'à 77% comme pour les bébés sans trouble. Les valeurs de *cbb* évoluent parallèlement à l'échange proximal contrairement aux

variable / groupe d'âge	$-4m$	$4-7m$	$+7m$
<i>cb</i>	2.16 ± 0.62	2.91 ± 0.45	3.58 ± 0.37
<i>cbp</i>	1.60 ± 0.45	2.11 ± 0.34	2.48 ± 0.36
<i>cry</i>	1.51 ± 0.6	2.36 ± 0.38	2.97 ± 0.4

TAB. 3.12 – Moyennes des critères par tranche d'âge, cohorte prématurés.

	<i>cb</i>	<i>cbp</i>	<i>cry</i>
<i>p</i> -valeur	4e-4	6e-2	1e-3

TAB. 3.13 – *p*-valeurs du test de Kruskal-Wallis pour chaque critère, cohorte des prématurés.

bébés sans trouble. Les valeurs pour *cb* et *cry* dépassent celles correspondant aux bébés sans trouble.

variable / $H0$	$-4m = 4 - 7m$	$-4m = +7m$	$4 - 7m = +7m$
<i>cb</i>	0.01	1.3e-4	0.06
<i>cbp</i>	0.09	0.02	0.39
<i>cry</i>	4e-3	6e-3	0.18

TAB. 3.14 – *p*-valeurs du test de Kruskal-Wallis 2 à 2 pour chaque critère, cohorte des prématurés.

3.6 Bébés dont la mère a des déficiences visuelles

Cette cohorte représente $n = 135$ séquences cotées. Remarquons que :

- L'installation de la cellule vidéo impose aux mères une position en face à face avec leur bébé. Naturellement les mères avec des déficiences visuelles ne choisissent pas ce type d'interaction qui les empêche de compenser facilement le contact en proximal de la vue qui stimule l'enveloppe proximale. Elles le font par le toucher avec les mains et la voix (sans doute aussi l'odorat). Cette compensation est plus aisée si elles sont plus proches.
- Le bébé est dans une situation qui ne lui permet pas de se construire avec sa mère selon les modalités apprises habituellement. Il est intéressant de constater sur les films que dès qu'apparaît dans son champ de vision une personne qui n'est pas aveugle, le bébé immédiatement retrouve une interaction avec toutes les capacités habituelles d'un bébé.
- Contrairement aux autres cohortes, les résultats concernant cette cohorte ne décrivent pas le fonctionnement normal de ces bébés mais un fonctionnement provoqué par une contrainte.

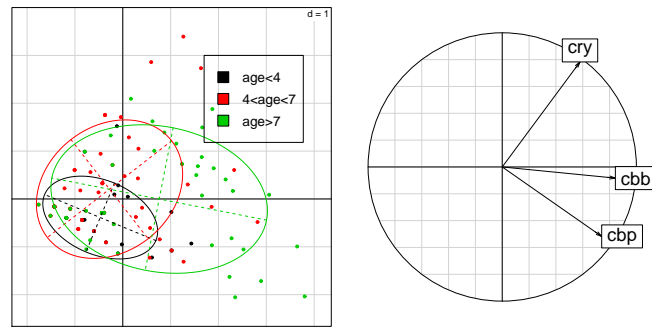


FIG. 3.11 – Cohorte déficients visuels : projection des individus sur le plan principal avec ellipses d'inertie pour chaque tranche d'âge et cercle de corrélation.

On constate une évolution claire des trois ellipses avec l'âge, plus particulièrement le long du premier axe, ce qui correspond à une évolution des critères.

variable / groupe d'âge	$-4m$	$4-7m$	$+7m$
<i>cbb</i>	2.24 ± 0.69	2.44 ± 0.48	4.00 ± 0.76
<i>cbp</i>	1.69 ± 0.69	1.44 ± 0.57	3.31 ± 1.33
<i>cry</i>	0.62 ± 0.38	1.94 ± 0.57	2.63 ± 0.69

TAB. 3.15 – Moyennes des critères par tranche d'âge, cohorte déficients visuels.

Le test de Shapiro-Wilk rejette très clairement l'hypothèse de normalité pour *cbb*, *cbp* et *cry* (pour les trois, la p -valeur est inférieure à $3e-06$).

On observe une nette évolution de *cbb*, *cbp* et *cry* après 7 mois pour cette interaction où les mères qui ont des déficiences visuelles, doivent s'adapter aux

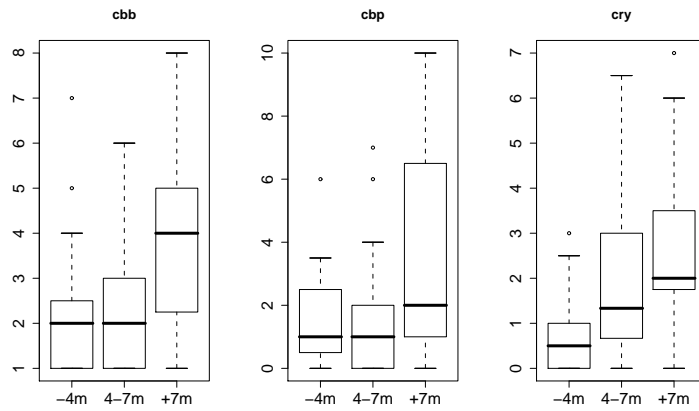


FIG. 3.12 – Boxplots par tranche d'âge, cohorte déficients visuels.

	<i>cbb</i>	<i>cbp</i>	<i>cry</i>
<i>p</i> -valeur	7e-4	0.07	6e-5

TAB. 3.16 – *p*-valeur du test de Kruskal-Wallis pour chaque critère, cohorte déficients visuels.

conditions du tournage (voir le paragraphe 7.1). Ces mères n'initient pas particulièrement la relation en comparaison des mères des bébés sans trouble (69% contre 78%, voir table 2.2). Après 7 mois, *cry* a alors une valeur similaire à celle des bébés sans trouble alors que dans la première tranche d'âge la valeur est particulièrement faible. Après 7 mois, les critères *cbb* et *cbp* sont particulièrement élevés (voir paragraphe 6.2.4).

variable / H_0	$-4m = 4 - 7m$	$-4m = +7m$	$4 - 7m = +7m$
<i>cbb</i>	0.55	1e-03	9e-4
<i>cbp</i>	0.31	0.20	0.02
<i>cry</i>	1e-03	2e-05	0.09

TAB. 3.17 – *p*-valeur du test 2 à 2 de Kruskal-Wallis pour chaque critère, cohorte déficients visuels.

3.7 Bébés dont la mère est aveugle

Cette cohorte représente $n = 106$ séquences cotées. Les remarques qui ont été faites pour la cohorte des mères présentant des déficiences visuelles (voir paragraphe 3.6) vaut aussi pour cette cohorte. D'autre part les nombres de séquences cotées relativement faibles (voir table 7.7) obligent à nuancer les résultats statistiques (par exemple, voir les boxplots dégénérés de la figure 3.14 pour le critère *cry*).

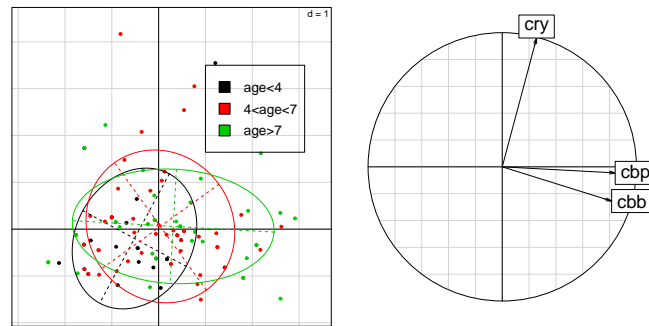


FIG. 3.13 – Cohorte mères aveugles : Projection des individus sur le plan principal avec ellipses d'inertie pour chaque tranche d'âge et cercle de corrélation.

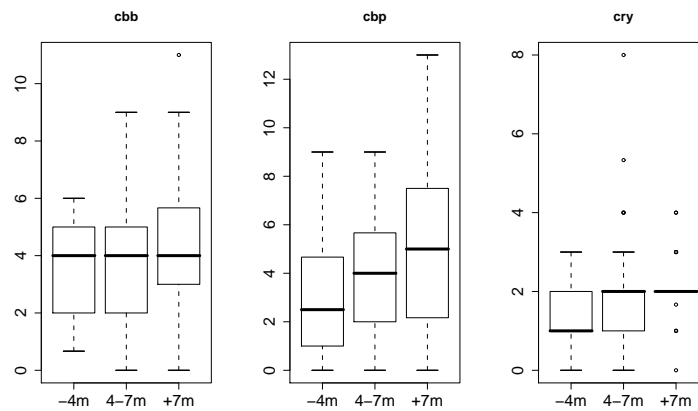


FIG. 3.14 – Boxplot par tranche d'âge, cohorte mères aveugles.

Les ellipses évoluent selon l'âge plus sur l'axe horizontal que sur l'axe vertical. On peut penser que la communication se maintient au niveau du proximal même lorsque le bébé grandit.

Les mères aveugles pour compenser leur handicap sur-investissent le mode du toucher par les mains et par la voix quelque soit l'âge du bébé. Étant donné que

variable / groupe d'âge	$-4m$	$4-7m$	$+7m$
<i>cbb</i>	3.54 ± 0.78	4.10 ± 0.67	4.09 ± 0.97
<i>cbp</i>	2.98 ± 1.11	3.79 ± 0.88	5.41 ± 1.46
<i>cry</i>	1.41 ± 0.38	1.99 ± 0.45	2.10 ± 0.33

TAB. 3.18 – Moyennes des critères par tranche d'âge, cohorte mères aveugles.

	<i>cbb</i>	<i>cbp</i>	<i>cry</i>
<i>p</i> -valeur	0.62	0.05	0.02

TAB. 3.19 – *p*-valeur du test de Kruskal-Wallis pour chaque critère, cohorte mères aveugles.

le critère *cry* est proche de celui des bébés sans trouble (compte tenu de l'installation), on peut conclure que ces bébés ont une bonne enveloppe rythmée et une bonne comodalité. Les valeurs élevées de *cbb* sont liées à une enveloppe proximale très développées. La perception proximale du bébé n'est pas dépendante de celle de la mère car le critère *cbb* n'évolue pas au contraire de la relation avec la mère (voir le critère *cbp*), comme l'indiquent les *p*-valeurs de la table 3.19). L'évolution de ces deux critères est inverse de celle des bébés prématurés.

variable / H_0	$-4m = 4 - 7m$	$-4m = +7m$	$4 - 7m = +7m$
<i>cbp</i>	0.31	0.02	0.07
<i>cry</i>	0.08	0.004	0.20

TAB. 3.20 – *p*-valeurs du test 2 à 2 de Kruskal-Wallis pour chaque critère, cohorte mères aveugles

3.8 Bébés avec troubles neurologiques

Cette cohorte concerne $n = 183$ séquences cotées. Il faut remarquer que le choix des tranches d'âge fait pour les autres cohortes n'est plus pertinent pour ce groupe de bébés qui accusent un retard sur les autres bébés dans leur développement et qui sont filmés bien après 9 mois. On choisit les trois tranches d'âge suivantes,

- âge ≤ 8 mois,
- 8 mois $<$ âge ≤ 10 mois,
- 10 mois $<$ âge.

Ce choix est motivé d'une part par une répartition des arrivées de ces bébés pour être filmés, différente des autres cohortes (fig.2.1) et par les observations cliniques qui montrent clairement un retard de cette cohorte.

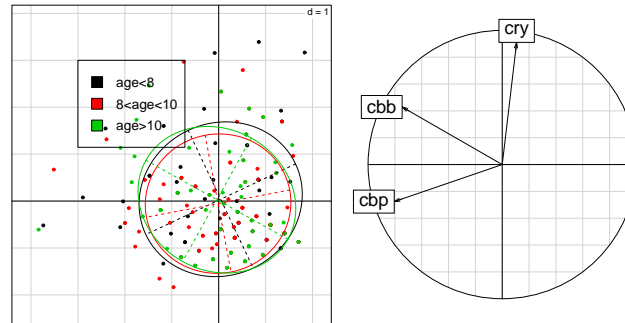


FIG. 3.15 – Cohorte trouble neurologique : Projection des individus sur le plan principal avec ellipses d'inertie pour chaque tranche d'âge et cercle de corrélation.

La superposition des trois ellipses montre l'absence d'évolution des trois critères. On confirme donc statistiquement la différence observée cliniquement entre cette cohorte et les cohortes précédentes.

variable / groupe d'âge	$-8m$	$8-10m$	$+10m$
cbb	2.77 ± 0.57	2.61 ± 0.53	2.74 ± 0.75
cbp	2.46 ± 0.54	2.38 ± 0.52	2.44 ± 0.66
cry	1.34 ± 0.48	0.88 ± 0.32	1.44 ± 0.47

TAB. 3.21 – Moyennes des critères par tranche d'âge, cohorte trouble neurologique.

Le test de Shapiro-Wilk rejette l'hypothèse de normalité pour *cbb*, *cbp* et *cry* (les p -valeurs sont réciproquement $7e-4$, $2.3e-3$ et $7.4e-7$). Les tests de Kruskal-Wallis (Table 3.22) ne permettent pas de rejeter l'hypothèse d'égalité des lois pour les trois critères, ce qui confirme l'observation issue de l'ACP. Il est inutile ici de tester les lois deux à deux.

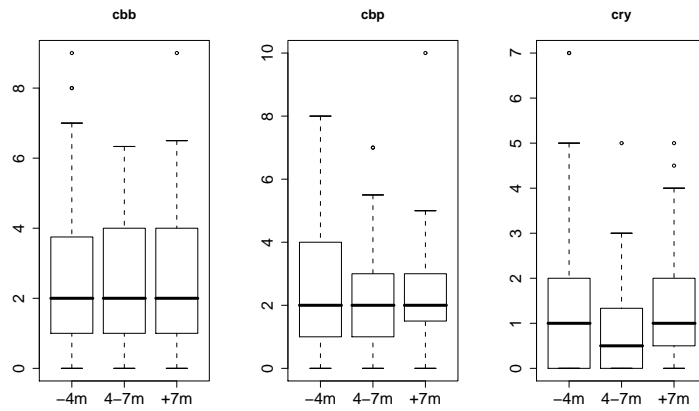


FIG. 3.16 – Boxplots par tranche d'âge, cohorte trouble neurologique.

- *cbb* : Les résultats ne montrent pas d'évolution significative. Les bébés qui ont des troubles neurologiques ont une défaillance dans les processus pour s'approprier leur corps.
- *cbp* : On a déjà montré que pour les bébés qui ont des troubles neurologiques, les mères initient beaucoup les mouvements de communication (à 90%, voir table 2.2). Les mères ne changent pas de comportement avec l'évolution de l'âge.
- *cry* : Un retard significatif est repérable en comparaison des résultats des bébés sans trouble. La transmission distale rythmée est défaillante.

	<i>cbb</i>	<i>cbp</i>	<i>cry</i>
<i>p</i> -valeur	0.99	0.97	0.13

TAB. 3.22 – *p*-valeurs du test de Kruskal-Wallis pour chaque critère, cohorte trouble neurologique.

Chapitre 4

Étude statistique des critères de la communication perceptive en fonction des vocalises

4.1 Comportement du bébé vis-à-vis de son corps

L'objectif dans cette partie est d'étudier, en fonction des cohortes, les mouvements du bébé, en discernant les mouvements qu'il fait en vocalisant et ceux qu'il fait sans vocaliser. Les champs concernés par cette étude sont (voir la description des champs de la base, 7.2.1) :

- le groupe de champs "coordination du bébé avec vocalise" (*cbbav*)
- le groupe de champs "coordination du bébé sans vocalise" (*cbbss*)

Nous créons une variable statistique pour chacun des blocs de champs que l'on notera respectivement *cbbav* et *cbbss*. Nous proposons de croiser ces critères avec le facteur cohorte; autrement dit, il s'agit de ventiler la population des séquences par critère *cbbav* ou *cbbss*, et par cohorte de provenance. Nous souhaitons également réaliser des tests statistiques tels que le χ^2 d'indépendance entre les facteurs croisés, et ce type de test nécessite une table de contingence "assez pleine", afin que le calcul de la *p*-valeur, qui n'est valide qu'asymptotiquement, soit acceptable. Le manque de données dans certaines cohortes nous oblige donc ici à effectuer des regroupements de modalités : nous notons par la modalité "3+", l'ensemble des modalités supérieures ou égales à 3. Les facteurs *cbbav* et *cbbss* sont ainsi traités comme qualitatifs, bien que leurs 4 modalités soient tout de même ordonnées.

D'autre part, comme l'on dispose de séquence vidéo cotée parfois par plusieurs juges, nous avons dû pondérer leurs résultats, ce qui donne des tables à

valeurs non entières. Par exemple si trois juges cotent la même séquence d'un bébé sain et qu'un juge cote par la modalité 1 et les deux autres par 2, on rajoutera $\frac{1}{3}$ dans la case bébé sain, modalité 1 et $\frac{2}{3}$ dans la case bébé sain, modalité 2. Les tables 4.1 et 4.2 donnent les tables de contingences pour *cbbav* et *cbbss*, ainsi que les *p*-valeurs associées aux tests du χ^2 d'indépendance. Par exemple la table 4.1 donne le test de l'hypothèse nulle "indépendance entre *cbbav* et le facteur cohorte".

	<i>cbbav</i>			
cohorte/modalité	0	1	2	3+
<i>st</i>	284.3	172.0	98.0	60.7
<i>hos</i>	79.4	34.3	19.9	7.5
<i>tal</i>	50.3	31.7	16.2	6.8
<i>prm</i>	80.5	43.0	30.5	37.0
<i>dev</i>	47.2	16.3	15.5	6.0
<i>mav</i>	28.3	24.0	23.3	11.3
<i>neu</i>	57.8	33.9	26.7	15.6
χ^2 p-valeur	0.0012			

TAB. 4.1 – table de contingence pour la coordination du bébé avec vocalise.

	<i>cbbss</i>			
cohorte/modalité	0	1	2	3+
<i>st</i>	78.8	176.3	166.6	193.4
<i>hos</i>	22.4	49.8	42.8	26.0
<i>tal</i>	11.3	32.5	37.5	23.6
<i>prm</i>	31.5	63.5	50.0	46.0
<i>dev</i>	5.5	31.2	22.3	26.0
<i>mav</i>	5.7	9.0	23.2	49.2
<i>neu</i>	36.8	35.4	24.8	36.9
χ^2 p-valeur	$4e - 10$			

TAB. 4.2 – table de contingence pour la coordination du bébé sans vocalise.

Nous donnons également (figure 4.1) les *histogrammes de profils* associés à ces tables de contingence. Ce type de représentation véhicule une information extraite de la table de contingence, mais d'une manière plus lisible : il s'agit de la représentation, dans les "barres" de l'histogramme d'une variable (nous avons choisi le facteur cohorte ici), de la loi empirique de l'autre variable (le facteur *cbbav* par exemple ici), conditionnellement au fait d'être dans la modalité associée à la barre (dans une cohorte). Ce type de représentation dépend du logiciel de statistique utilisé. Dans R [11], la largeur d'une barre est proportionnelle à l'effectif de la modalité correspondante (la cohorte), et la loi conditionnelle dans chaque barre est représentée en niveaux de gris associés aux effectifs de chaque modalité. Par exemple, on voit sur la figure 4.1 gauche que, conditionnellement

au fait d'être dans la cohorte des bébés sans trouble (*st*), le critère *cbbav* prend plus souvent des valeurs "0" ou "1" que "2" ou "3+". Ces histogrammes de profils permettent en particulier de juger graphiquement si les variables sont "indépendantes" (au sens des lois associées). Si tel est le cas, les répartitions en niveaux de gris de la variable considérée sont similaires pour toutes les modalités de conditionnement de l'autre variable. Le test du χ^2 précise ce jugement.

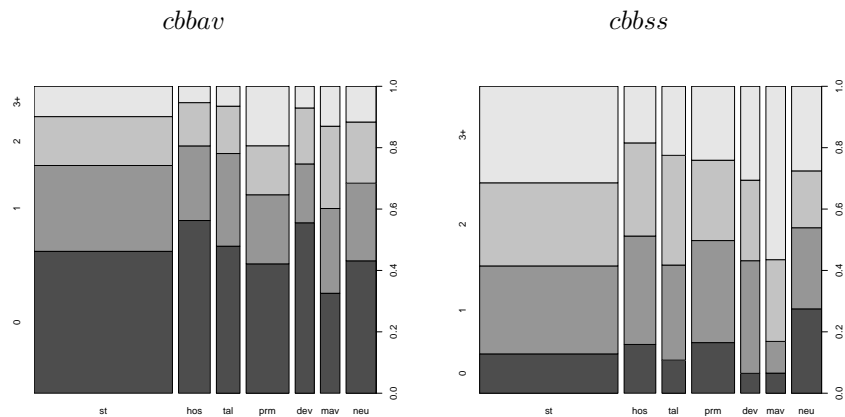


FIG. 4.1 – Profils de la coordination du bébé seul avec vocalise (*cbbav*, gauche) et sans vocalise (*cbbss*, droite), dans chaque cohorte.

Mouvements du bébé

- avec vocalise (*cbbav*) : Le test du χ^2 rejette clairement l'hypothèse nulle (p -valeur=0.0012), ce qui signifie qu'il y a un lien entre le facteur cohorte et *cbbav* : la quantité de mouvements du bébé n'est pas la même suivant sa cohorte d'appartenance.
- sans vocalise (*cbbss*) : Ici aussi le test rejette clairement l'indépendance (p -valeur=4e-10). D'autre part, la comparaison des deux histogrammes de profils permet de dire que, pour toutes les cohortes, le bébé sans vocalise touche plus son corps et avec plus de variété de mouvements. L'émission de vocalises vient en concurrence avec les gestes qui sont mesurés dans le critère *cbb* où le toucher et la vue sont en jeu.

4.2 Communication proximale mère-bébé

Nous avons également étudié, en fonction des cohortes, les mouvements du bébé et de la mère dans l'interaction, en discernant le fait d'être "avec vocalise" ou "sans vocalise". Les champs concernés (cf. 7.2.1) sont :

- le groupe de champs "coordination bébé parent avec vocalise" (*cbpav*)
- le groupe de champs "coordination bébé parent sans vocalise" (*cbpss*)

Comme précédemment, nous créons une variable statistique pour chacun des blocs de champs, notées respectivement *cbpav* et *cbpss* et nous désignons par la modalité “3+”, l’ensemble des modalités supérieures ou égales à 3.

cohorte	cbpav			
	0	1	2	3+
<i>st</i>	481.1	64.7	40.7	28.5
<i>hos</i>	116.5	14.7	5.2	4.7
<i>tal</i>	71.9	20.8	9.0	3.3
<i>prm</i>	131.5	27.5	17.0	15.0
<i>dev</i>	68.0	3.5	9.0	4.5
<i>mav</i>	39.3	18.0	12.7	17.0
<i>neu</i>	82.8	19.9	18.3	13.0
χ^2 p-valeur	$2e - 10$			

TAB. 4.3 – Table de contingence pour la coordination bébé parent avec vocalise.

cohorte	cbpss			
	0	1	2	3+
<i>st</i>	229.9	142.7	117.1	125.3
<i>hos</i>	63.0	31.3	23.7	23.0
<i>tal</i>	24.4	33.1	25.8	21.8
<i>prm</i>	56.5	38.5	58.0	38.0
<i>dev</i>	31.2	19.8	14.8	19.2
<i>mav</i>	13.0	12.7	13.3	48.0
<i>neu</i>	39.6	29.8	22.0	42.7
χ^2 p-valeur	$8.3e - 12$			

TAB. 4.4 – Table de contingence pour la coordination bébé parent sans vocalise.

Ici aussi, les deux tests du χ^2 rejettent clairement l’hypothèse nulle (d’indépendance), et indiquent donc un “effet cohorte”. D’autre part, la comparaison entre les deux histogrammes de profils (avec et sans vocalises) montre que la présence de vocalises diminue la quantité de mouvements échangés entre la mère et le bébé.

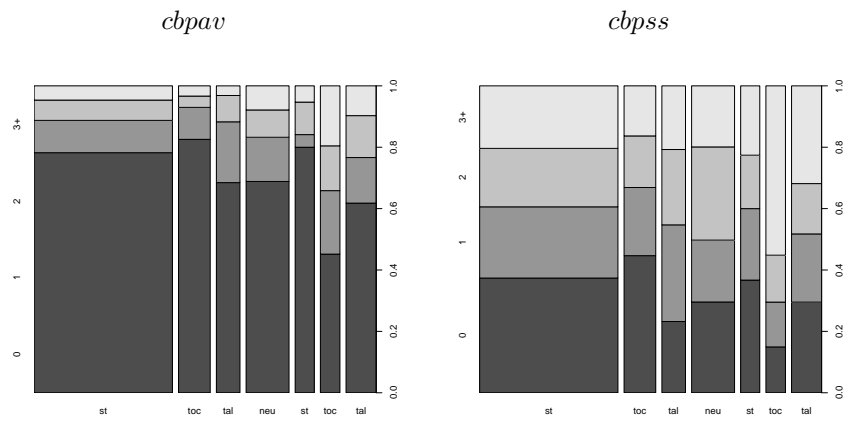


FIG. 4.2 – Profils de la coordination du bébé/parent avec vocalise (*cbpav*, gauche) et sans vocalise (*cbpss*, droite), dans chaque cohorte.

Chapitre 5

Étude statistique du rythme dans la communication perceptive distale

L'originalité de la base de données du projet PILE est sa capacité à organiser une information sur la transmission du rythme, qui constitue l'enveloppe rythmée moteur de la mise en place du langage. Dans cette partie, on étudie la transmission du rythme distal. La liste des champs concernés se trouve en annexe (7.2.3). Un champ est coché quand le clinicien repère que l'élément de gauche dans cette liste a déclenché un rythme réalisé par l'élément de droite. Chaque champ est constitué d'une action et d'une réaction. Par exemple pour le champ "vocalise bébé - mains parent" la question est de savoir si le bébé fait une vocalise suivie d'un mouvement de main du parent (ou si les deux actions sont simultanées). Ces champs sont en double, car on distingue pour chacun d'eux le fait que le bébé ait un objet en main ou pas.

5.1 Comparaison de la capacité de réception et d'émission du bébé dans la communication rythmique

Le bébé est soit émetteur de rythme soit récepteur. Le bébé est émetteur quand il a initié le mouvement rythmé et récepteur quand la mère l'initie. On observe que le bébé est récepteur parce qu'il produit un rythme. Le bébé est actif dans sa production par les mains, par les pieds et par sa vocalise. Avant de produire un rythme, il doit le percevoir. Nous avons vu que la transmission du rythme distal se fait avec une perception distale selon les modes d'audition A et de vue V. Pour faciliter la compréhension de ce phénomène, prenons l'exemple des séquences avec la chanson "ainsi font font" où la mère bouge les mains en

rythme avec sa voix. Le bébé perçoit de manière comodale AV les mains et la voix de la mère, cette perception est facilitée par les mouvements des mains et de la voix simplifiés. Cette perception est bien distale et comodale en AV.

Dans cette partie, nous allons étudier l'influence des cohortes pour l'émission et la réception du rythme distal. On étudie également l'influence de l'âge pour la cohorte des bébés sans trouble seulement, car les effectifs des autres cohortes ventilés par âges sont insuffisants.

5.1.1 Étude en fonction des cohortes

Pour la récupération du rythme, les champs intéressants sont les champs où le bébé est en interaction avec le parent. Comme pour *cbb*, *cbp* et *cry*, nous construisons une variable *rec* (pour récupération du rythme) en concaténant les champs concernés, et une variable *emt* pour l'émission du rythme. Cette étude est faite en fonction des cohortes de bébés. Pour des raisons analogues à celles expliquées au chapitre 4 (nécessité d'avoir des tables de contingence assez "pleines" afin de valider les tests d'indépendance), nous procédons à des regroupements de modalités : nous notons "*k*+" les modalités supérieures ou égales à *k* dans les tables. Nous donnons également les histogrammes de profils des croisements effectués.

cohorte	<i>rec</i>					<i>emt</i>		
	0	1	2	3	4+	0	1	2+
<i>st</i>	288.6	134.7	101.5	23.6	66.6	468.0	125.6	21.4
<i>hos</i>	63.7	22.1	29.8	5.3	20.0	121.5	17.3	2.2
<i>tal</i>	58.8	22.8	17.1	4.1	2.2	61.4	33.0	10.6
<i>prm</i>	77.5	31.0	51.5	18.0	13.0	132.5	36.5	22.0
<i>dev</i>	46.8	14.7	11.5	4.0	8.0	65.5	15.5	4.0
<i>mav</i>	35.7	23.3	22.2	3.0	2.8	55.5	28.2	3.3
<i>neu</i>	87.4	27.3	9.4	4.5	5.3	113.6	18.9	1.5
χ^2 p-valeur	3.6e - 7					4.4e - 9		

TAB. 5.1 – Tables de contingence pour la réception et l'émission du rythme, par cohortes.

Les tests rejettent clairement l'indépendance ; il y a donc ici aussi un "effet cohorte". La comparaison des deux histogrammes de profils (figure 5.1) permet de dire que, tous groupes confondus, le bébé est plus récepteur qu'émetteur. Dans cette période où le bébé se construit, ce résultat semble logique. On pourrait d'autre part déduire du profil réception que les cohortes troubles alimentaires, déficience visuelle et troubles neurologiques sont responsables du rejet du test d'homogénéité. Cependant, le test du χ^2 rejette également largement cette homogénéité (*p*-valeur de 3.e - 4) si l'on considère seulement les autres cohortes.

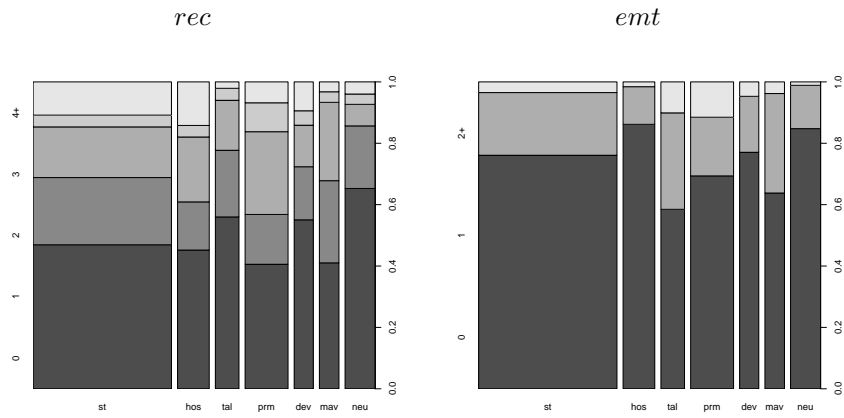


FIG. 5.1 – Profils de la réception (*rec*, gauche) et de l’émission (*emt*, droite) par cohorte.

	rec					emt		
tranche d’âge	0	1	2	3	4+	0	1	2
$-4m$	96.4	30.5	22.5	1.4	9.3	125.5	32.5	2.0
$4 - 7m$	112.2	50.1	48.7	10.9	31.1	201.0	42.8	9.2
$+7m$	80.0	54.2	30.4	11.3	26.2	141.4	50.4	10.2
χ^2 p-valeur	1e - 3					0.067		

TAB. 5.2 – Profil de la réception (*rec*, gauche) et de l’émission (*emt*, droite) pour les bébés sans trouble en fonction de l’âge

5.1.2 Étude pour la cohorte des bébés sans trouble en fonction de l’âge

La p -valeur de $1e - 3$ du tableau 5.2 indique que le bébé sans trouble en grandissant reçoit en plus grande quantité et avec plus de diversité, signe de son ouverture dans la relation. La p -valeur de 0.067 pour l’émission, bien que moins significative, suggère une interprétation similaire.

5.2 Étude de la communication rythmique en fonction du protocole

Dans cette partie l’étude porte sur les 38 champs de coordination du bébé et du parent, qui décrit la communication par le rythme dans le critère *cry*. Une variable est créée en concaténant les résultats de chaque champ. La figure 5.3 donne les profils du critère *cry* pour les trois types de protocole.

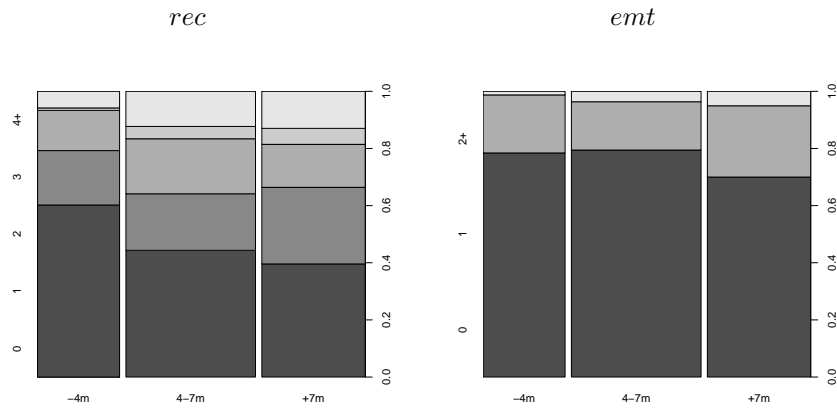
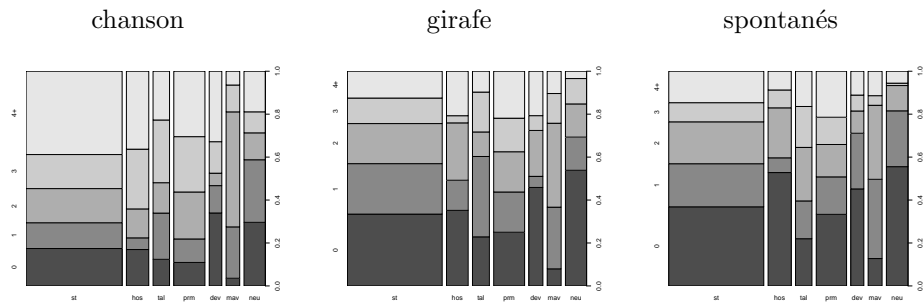


FIG. 5.2 – Profils par tranche d'âge, pour la cohorte sans trouble.

FIG. 5.3 – Profils du critère *cry* par cohorte pour les différents protocoles.

La comparaison des profils associés aux trois protocoles, l'un avec une chanson accompagnée de mouvements de mains, l'autre avec un objet (girafe), et le dernier en interaction libre, montre que le rythme se transmet mieux pour le protocole "chanson". Dans ce protocole la perception comodale de l'audition et de la vue en distale est facilitée par les mouvements accentués des mains et de la voix.

5.3 Etude de la réception du rythme par les mains, les pieds et la voix

Nous souhaitons savoir si le bébé récupère plus le rythme avec ses mains, ses pieds ou ses vocalises. On étudie donc ici le bébé en tant que récepteur. On étudie également l'influence de l'âge pour la cohorte des bébés sans trouble

seulement, car les effectifs des autres cohortes ventilés par âges sont insuffisants.

5.3.1 Étude en fonction des cohortes

On construit ici les variables suivantes :

- récepteur main *recm*
- récepteur pied *recp*
- récepteur voix *recv*

Le parent lui émet selon ses mains et sa voix. La base est constituée de telle sorte que pour chaque critère, il y a 4 modalités possibles de la liste 7.2.3. Pour la récupération du rythme par les mains, les champs intéressants sont les champs où le bébé, en interaction avec le parent, bouge les mains au rythme du parent (c.à.d. les champs 13 et 19 soit 4 champs dans la base puisqu'on distingue avec et sans objet). Comme précédemment, on construit un critère *recm* (pour récupération du rythme par les mains) en concaténant ces 4 champs. De la même façon les variables *recp* et *recv* existent pour les pieds (champs 14 et 18) et pour les vocalises du bébé (champs 15 et 17). Les modalités varient de :

- 0 aucune récupération (noir dans les histogrammes de profils)
- 1 récupération (gris foncé)
- 2 récupérations (gris clair).

Notons que pour le critère *recv*, nous concaténons en "1+" les modalités 1 et 2. La table 5.3 donne les croisements des 3 critères selon les différentes cohortes de bébés, ainsi que les *p*-valeurs résultant du test du χ^2 d'indépendance sur chaque table.

cohorte	<i>recm</i>			<i>recp</i>			<i>recv</i>	
	0	1	2	0	1	2	0	1+
<i>st</i>	420.8	105.4	88.8	412.4	104.7	97.8	510.8	104.2
<i>hos</i>	98.8	13.0	29.2	90.1	16.5	34.3	116.6	24.4
<i>tal</i>	76.9	23.6	4.5	81.1	20.0	3.9	86.6	18.4
<i>prm</i>	141.0	32.0	18.0	116.5	33.5	41.0	145.5	45.5
<i>dev</i>	61.5	15.0	8.5	59.3	14.7	11.0	73.3	11.7
<i>mav</i>	56.8	22.5	7.7	55.0	27.7	4.3	74.8	12.2
<i>neu</i>	108.8	19.4	5.8	106.7	16.0	11.3	121.2	12.8
χ^2 <i>p</i> -valeur	$5e-5$			$2e-7$			0.045	

TAB. 5.3 – Tables de contingence pour la réception main, pied et vocalise, par cohortes.

Les trois tests rejettent clairement l'hypothèse nulle ; la nature de la réception par les mains, les pieds et la vocalise dépend des cohortes.

- *recm* : Seule la cohorte des bébés qui ont des troubles neurologiques se distingue vraiment des autres avec des résultats plus faibles. Pour autant, un test du χ^2 d'indépendance sur les autres cohortes montre également des différences (*p*-valeur de $1e-3$).
- *recp* : On retrouve les trois mêmes cohortes (trouble alimentaire, déficience visuelle et trouble neurologique) qui se distinguaient sur la figure 5.1. Ici

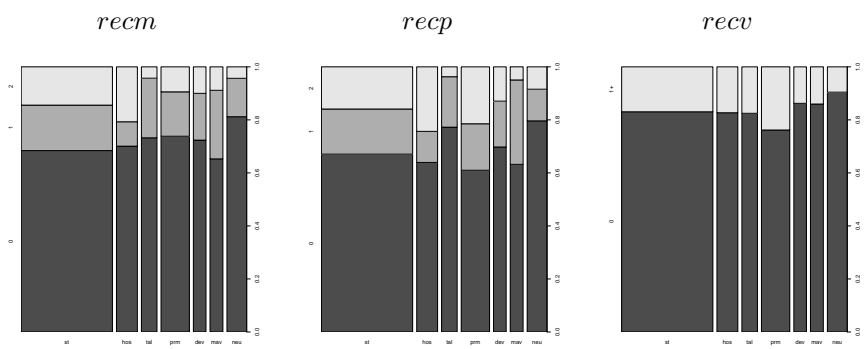


FIG. 5.4 – Profils de la réception des mains (*recm*, gauche), des pieds (*recp*, milieu) et par la vocalise (*recv*, droite) par cohorte.

aussi, un test du χ^2 d'indépendance sans ces cohortes montre également clairement des différences (p -valeur de $8e - 5$).

5.3.2 Cohorte des bébés sans trouble en fonction de l'âge

	<i>recm</i>			<i>recp</i>			<i>recv</i>		
âge	0	1	2	0	1	2	0	1	2
$-4m$	129.2	17.0	13.8	126.1	19.2	14.7	137.3	19.7	3.0
$4 - 7m$	167.3	47.4	38.3	148.6	56.2	48.2	218.9	25.1	9.0
$+7m$	124.3	41.0	36.7	137.7	29.4	34.9	154.6	33.9	13.5
χ^2 p-valeur	0.002			$6e - 3$			0.02		

TAB. 5.4 – Table de contingence pour la réception main, pied et vocalise, par tranche d'âge.

Les profils en fonction de l'âge, des rythmes réalisés par le bébé avec ses mains, ses pieds et ses vocalises (figure 5.5), montrent une évolution de 3 mois à 9 mois. La production de rythme par le bébé dépend de la qualité de la perception comodale et de la qualité à la fois du contact du regard et de l'expressivité du système "voix-visage" de la mère. Le bébé produit de nombreux rythmes avec les pieds entre 4 mois et 7 mois pour ensuite abandonner un peu cette activité. Il produit moins de rythme avec les mains dans cette période centrale par contre il maintient une activité importante ensuite. Les vocalises elles, évoluent régulièrement vers une activité croissante, évolution qui correspond à la place centrale de la voix dans la communication. L'activité des mains et des vocalises se rejoignent pour se préparer à parler ensemble.

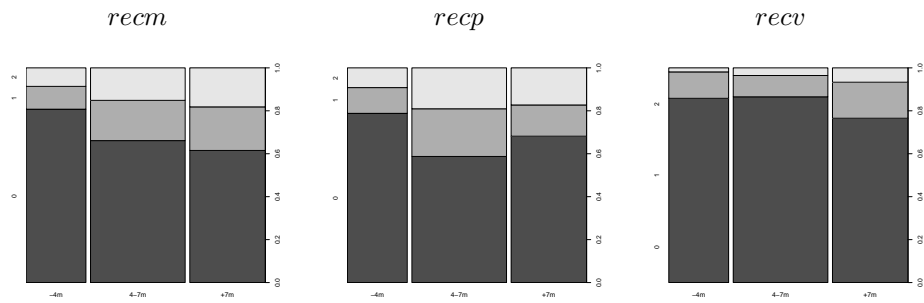


FIG. 5.5 – Profils de la réception des mains (*recm*, gauche), des pieds (*recp*, milieu) et par la vocalise (*recv*, droite) pour les bébés sains par tranche d'âge.

5.4 Étude de l'émission du rythme par les mains, les pieds et la voix chez le bébé en fonction des cohortes

La question dans cette partie est de savoir si le bébé émet plus le rythme avec ses mains, ses pieds ou ses vocalises. On étudie donc ici le bébé en tant qu'émetteur. Pour cette étude, comme dans le paragraphe 5.3, on s'intéresse à l'élément déclencheur réalisé par le bébé. On note les variables correspondantes :

- *emtm* : émission du rythme par les mains du bébé (correspond aux champs 5 et 8 de la base, soit 4 champs en tout dans la base en distinguant avec et sans objet).
- *empt* : émissions par les pieds (champs 9 et 11).
- *emtv* : émission par vocalise (champs 3 et 4).

Le parent reçoit selon ses mains et sa voix. La base est constituée de telle sorte que pour chaque critère, il y a 4 modalités possibles (cf. annexe 7.2.3). Le bébé utilise une modalité ou plus (gris clair) ou pas du tout (noir). On constate que le bébé émet plus par la voix, ensuite par les mains et en dernier par les pieds, ce qui est un résultat attendu. Remarquons que l'hétérogénéité des cohortes, mesurée par la p -valeur de la table 5.5, est plus manifeste pour l'émission par la voix que par les mains. La p -valeur pour le critère *empt* ne permet pas quant à elle de conclure à l'absence d'un effet cohorte, car ici encore le très faible effectif observé pour la modalité "1+" ne permet pas de valider le test du χ^2 d'indépendance. L'émission par la voix est un critère plus sensible aux cohortes que l'émission par les mains.

cohorte	<i>emtm</i>		<i>emtp</i>		<i>emtv</i>	
	0	1+	0	1+	0	1+
<i>st</i>	552.6	62.4	593.5	21.4	532.1	82.9
<i>hos</i>	134.5	6.5	138.5	2.5	129.2	11.8
<i>tal</i>	90.1	14.9	103.5	1.5	69.3	35.7
<i>prm</i>	166.5	24.5	186.0	5.0	150.5	40.5
<i>dev</i>	75.0	10.0	83.5	1.5	73.5	11.5
<i>mav</i>	70.5	16.5	86.0	1.0	72.0	15.0
<i>neu</i>	123.8	10.2	132.8	1.2	124.0	10.0
χ^2 p-valeur	0.016		0.48		1.7e - 08	

TAB. 5.5 – Tables de contingence pour l’émission main, pied et vocalise, par cohortes.

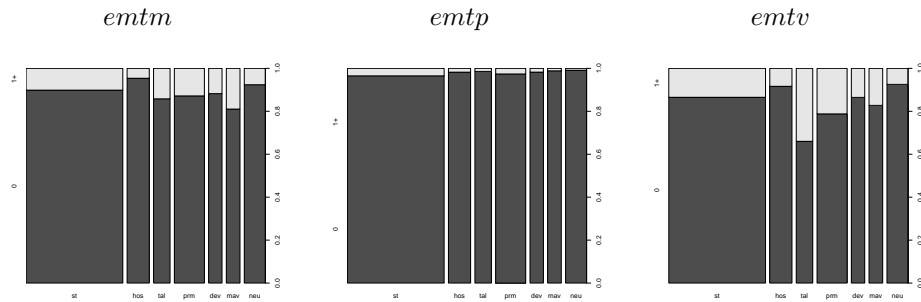


FIG. 5.6 – Profils de l’émission des mains (*emtm*, gauche), des pieds (*emtp*, milieu) et par la vocalise (*emtv*, droite) par cohorte.

Chapitre 6

Conclusions

Il s'agit ici de tirer des conclusions sur la compréhension du comportement du bébé sans trouble en communication avec sa mère et des bébés selon leur cohorte à l'aide du modèle perceptif. Ces conclusions sont tirées des résultats statistiques sans connaissance des anamnèses¹ des bébés.

6.1 Le bébé sans trouble en interaction avec sa mère

6.1.1 Compréhension du comportement du bébé à l'aide du modèle perceptif

L'étude concerne des bébés entre 3 mois et 9 mois en interaction avec leur mère. En suivant l'évolution du bébé, on analyse les gestes qui participent à l'appropriation du corps et ceux qui participent à la communication. On distingue deux types de communication, l'une en proximal et l'autre en distal. En grandissant, le bébé augmente en diversité et en quantité ses gestes qui participent aux processus d'appropriation et d'unification du corps (voir la table 3.1, critère *cbb*, où seuls le toucher et la vue sont étudiés parmi les modes perceptifs mis en jeu dans ces processus, tous les deux en proximal). On en conclut que le bébé en grandissant est de plus en plus actif dans l'appropriation de son corps. La mère initie à 80% (tab. 2.2) la communication où sont en jeu l'audition en proximal et le toucher dans cette situation en face à face. La quantité de mouvements que font la mère et le bébé pour se toucher par les mains ou par un son, n'évolue pas en fonction de l'âge du bébé (tab. 3.2, *p*-valeur élevée pour le critère *cbp*). Ce résultat montre que la mère ne change pas sa communication proximale avec son bébé qui a entre 3 mois et 9 mois. La communication selon la perception proximale n'est pas amenée à se développer en cette période où le bébé s'éloigne de l'adulte ; ce mode proximal laisse la place à une relation sur

¹ensemble des renseignements fournis par la mère sur l'histoire de son bébé.

le mode distal où l'audition et la vue gèrent la communication. Notons que la quantité de mouvements est plus importante avec les garçons qu'avec les filles (tab. 3.4 et 3.5, critère *cbp*).

On observe une grande coupure de la transmission rythmique environ à 4 mois (tab. 3.1, 3.2 et 3.3, critère *cry*), à partir de cet âge le bébé semble apte à une bonne comodalité distale de l'audition et de la vue qui se traduit par une bonne transmission du rythme distal. Le critère *cry*, qui mesure la transmission du rythme en distal qui est lié à la comodalité de l'audition et de la vue, évolue de manière significative avec l'âge entre 3 mois et 9 mois. Ce critère est pertinent pour suivre l'évolution d'un bébé dans ces âges.

Entre 3 mois et 9 mois, le bébé s'approprie son corps de plus en plus activement et de manière variée. La quantité de mouvements échangés par le bébé et la mère en mode proximal est constante. Il communique de plus en plus par des échanges de rythmes vus et entendus ; cette transmission distale débute nettement à 4 mois. L'enveloppe proximale s'organise dans les tous premiers moments de la vie. Elle s'enrichit à partir de 4 mois de manière significative de rythmes distaux.

6.1.2 Étude de la communication distale entre le bébé et sa mère

Cette étude décrit l'échange des macro rythmes qui sont perçus en distal. De 3 mois à 9 mois, le bébé est plus souvent en position de recevoir un rythme distal que d'en être à l'initiative (profils fig. 5.2). Dans cette période où le bébé se construit, ce résultat semble logique. En grandissant, le bébé sans trouble reçoit en plus grande quantité et avec plus de diversité (tab. 5.2), signe de son ouverture dans la relation pour intégrer la langue. La complexité et la diversité des mouvements d'un bébé sont les signes d'une bonne évolution du bébé pour les précurseurs du langage.

Si on étudie l'influence des trois protocoles ("spontané", "avec girafe" et "avec chansons") sur la transmission du rythme distal, nous observons que le rythme distal se transmet mieux pour le protocole "chanson" (fig. 5.3). Ainsi, si on facilite une perception comodale distale selon la vue et l'audition (chanson Fontfont) chez un bébé, on améliore sa production de rythmes. Ceci est vrai pour toutes les cohortes. Cela montre le lien direct entre la perception distale et comodale de l'audition et de la vue et la production du rythme. Ce mode perceptif est celui utilisé dans le décodage du "système voix-visage" qui participe à l'organisation psychique.

On peut avancer que le rythme distal observé sur un bébé en interaction à partir de 4 mois est le signe d'une bonne évolution de la mise en place de son système perceptif et une garantie d'une bonne communication.

En interaction avec sa mère, le bébé produit de nombreux rythmes avec les pieds entre 4 mois et 7 mois pour ensuite abandonner un peu cette activité (tab. 5.4 et fig. 5.5, profils pour *recp*). Il produit moins de rythme avec les mains dans cette période centrale par contre il maintient une activité importante ensuite. Il semble que les vocalises évoluent régulièrement vers une

activité croissante, évolution qui correspond à la place centrale de la voix dans la communication. Contrairement à l'activité des pieds, l'activité des mains et des vocalises augmente (fig. 5.5) pour se préparer à parler ensemble.

Le bébé en interaction émet peu en comparaison de la réception. On constate qu'il émet plus par la voix, ensuite par les mains et en dernier par les pieds. Ce qui est un résultat attendu.

6.1.3 Importance de la perception auditive dans la construction du bébé et dans sa communication

Les critères *cbbav* et *cbbss* des tables 4.1 et 4.2 (voir aussi fig. 4.1) indiquent que le bébé utilise moins sa perception du toucher et de la vue sur son propre corps quand il émet une vocalise. L'émission de la vocalise du bébé a aussi pour effet de diminuer les échanges proximaux par le toucher et la vue entre la mère et le bébé (critères *cbpav* et *cbpss* des tab. 4.3, 4.4 et fig. 4.2).

D'un côté, le bébé perçoit par la vue ou le toucher son corps, ses perceptions sont unimodales et associées à une sensation proprioceptive. Cette expérience participe aux processus d'appropriation du corps. Il utilise aussi la vue et le toucher en comodalité proximale dans la relation avec la mère. De l'autre, le bébé perçoit sa vocalise en mettant en jeu l'audition de deux manières : La réception de la vocalise sollicite un vécu psychique d'éléments perceptifs proximaux où l'audition est déjà comodalisée au toucher ; la vocalise est perçue en audition unimodale associée à une sensation dans la gorge. La vocalise du bébé stimule son enveloppe proximale et celle de sa mère. Il y a une vibration commune des enveloppes rythmées. Les résultats montrent que l'émission d'une vocalise par sa richesse et sa complexité l'emporte sur les perceptions du toucher et de la vue. Cela a aussi pour conséquence de diminuer les initiatives de la mère et place le bébé comme acteur de l'interaction. La tendance est la même pour toutes les cohortes.

6.2 Compréhension du comportement des bébés selon leur cohorte à l'aide du modèle perceptif

6.2.1 Effets de l'hospitalisation précoce sur la mise en place du système perceptif

Les bébés qui ont subi une maladie aigüe avec une hospitalisation précoce montrent un retard global dans les processus d'appropriation du corps bien qu'ils rattrapent légèrement ce retard (comparer *cbb* des tab. 3.1 et 3.6). On remarque que les mères initient à 92% (tab. 2.2) la communication proximale et pourtant la quantité de contacts en proximal reste plus faible que les bébés sans trouble (comparer *cbp* dans les tables 3.1 et 3.6). Il est remarquable de constater qu'elles ne parviennent pas à faire évoluer cette communication. Ceci

suggère que la mère et le bébé n'ont pas un accordage optimum. Cette idée est confortée par le fait que la base de l'accordage est l'enveloppe proximale. Ceci signe sans doute un traumatisme provoqué par l'événement soudain de l'hospitalisation précoce. Ce traumatisme diminue la capacité d'accordage proximal de la mère et freine le développement de l'enveloppe proximale du bébé. On remarque une très bonne valeur de transmission rythmique distale après 7 mois, valeur supérieure à celle des bébés normaux (comparer le critère *cry* des tables 3.1 et 3.6). Ce résultat est d'autant plus étonnant que dans les mois précédents le bébé développe moins la communication distale que les bébés normaux. Cette situation peut être comprise de la manière suivante.

Ces bébés qui ont subi une hospitalisation, ont été obligés de développer une communication distale avec les soignants avant les bébés normaux. Cette communication ne devient efficace qu'à partir de 7 mois parce qu'elle est sans doute dépendante du système de l'enveloppe proximale. Il semblerait que le bébé ne peut utiliser le système de décodage par les rythmes distaux qu'à condition que le système complexe de l'enveloppe proximale ait atteint un certain niveau de développement. Ce n'est que quand l'enveloppe proximale est à maturité (après 7 mois) que la communication distale est meilleure que chez le bébé sans trouble.

Ce résultat montre comment un traumatisme comme une maladie aigüe accompagnée d'une hospitalisation précoce, peut entraver une bonne évolution de l'enveloppe proximale et de l'accordage. Malgré cela, la perception comodale en distal de la vue et de l'audition peut se mettre en place. Mais l'usage de ce système de décodage en distal n'est possible qu'à un certain niveau de maturité de l'enveloppe proximale.

6.2.2 Comportement des bébés qui ont des troubles alimentaires

Pour la cohorte des bébés qui ont été soumis à des contraintes alimentaires dans le cadre d'affections pédiatriques, malformatives ou métaboliques, on remarque un retard dans les processus d'appropriation et d'unification du corps (critère *ccb* dans les tables 3.1 et 3.9). Les troubles alimentaires peuvent avoir entravé la tétée et donc gêné la constitution de la comodité proximale qui est très liée à la tétée. Il est possible aussi que les conditions de traitements aient entravé les processus d'appropriation du corps. Les mères ont des interactions proximales similaires aux bébés sans trouble. La transmission du rythme distal est semblable à celle des bébés sans trouble (voir les critères *cbp* et *cry* dans les tables 3.1 et 3.9).

6.2.3 Développement spécifique du système perceptif chez les bébés prématurés

La cohorte des bébés prématurés se distinguent par le fait que la quantité de mouvements dans l'interaction proximale (comparer le critère *cbp* dans les tables

3.1 et 3.12)) augmente en entraînant avec elle une augmentation importante des processus d'appropriation du corps du bébé et de la transmission du rythme distal (critères *cbb* et *cry* des mêmes tables). Il est fondamental de remarquer que toutes les valeurs augmentent en même temps et dépassent les valeurs des bébés sans trouble. Cette évolution parallèle n'existe pas chez les bébés sans trouble. Ceci exprime une dépendance de l'enveloppe rythmée du bébé prématuré avec l'enveloppe rythmée de la mère qui a pour effet de dépasser les valeurs des bébés sans trouble. Cela signifierait que le bébé prématuré pour poursuivre le travail de comodalité a besoin de faire résonner fortement son enveloppe rythmée avec celle de la mère. Ceci fait penser à la situation in utero où en permanence le bébé baigne dans le rythme de la mère. Cette situation serait due à la défaillance de la comodalité de l'audition et du toucher in utero, arrêtée par la prématurité. Les valeurs importantes montrent la présence d'un accordage très dense pour réparer ce que la prématurité a entravé. Cette dépendance du bébé au niveau de l'enveloppe rythmée peut compliquer les processus de séparation.

Il est remarquable de constater que le bébé prématuré sait entraîner la mère dans un accordage dense (qui fait penser à une situation in utero) qui lui permet de rattraper le retard avec de bonnes performances.

6.2.4 Compensation chez les bébés dont la mère a des déficiences visuelles

Les mères qui ont des déficiences visuelles comme les mères aveugles, ont des interactions précoces riches en perception proximale par l'usage du toucher. Elles ont des mouvements du visage et de la voix qui sont peu expressifs car elles-mêmes ne perçoivent pas les mouvements avec finesse chez leur interlocuteur. Le face à face mère-bébé imposé est certainement à l'origine de la faiblesse des trois critères jusqu'à 7 mois (comparer les trois critères dans les tables 3.1 et 3.15). Les valeurs de ces trois critères après 7 mois sont plus élevés que chez les bébés sans trouble. Cela signifie qu'après 7 mois, le bébé a construit un décodage en perception distale qui le rend autonome face aux difficultés maternelles. Les systèmes de perception distal et proximal sont après 7 mois en fonctionnement cohérent.

Il semblerait que lorsqu'on impose à un bébé dont la mère a des déficiences visuelles, une distance dans l'interaction, le bébé soit capable de dépasser cette difficulté inhabituelle à partir de 7 mois. Il est capable alors d'établir une bonne communication et sans doute avec un système perceptif plus opérant que les bébés sans troubles.

6.2.5 La communication proximale entre le bébé et sa mère aveugle

Dès in utero, on peut imaginer que l'enveloppe proximale est favorisée pour ses bébés. Pour les mères aveugles, la communication se maintient au niveau du proximal même lorsque leur bébé grandit (critère *cbp* des tables 3.1 et 3.18).

Les mères aveugles pour compenser leur handicap surinvestissent le mode du toucher par les mains et par la voix quelque soit l'âge du bébé. Les processus de la perception proximale du bébé (critère *cbb*) ne progressent pas avec l'augmentation de l'interaction proximale avec la mère (critère *cbp*), contrairement aux bébés prématurés (comparer les tables 3.12 et 3.18). Dans les conditions d'interaction de la cellule vidéo, on observe que le rythme distal, bien qu'il s'améliore, est proche sans toutefois rattraper les valeurs des bébés sans trouble (critère *cry* de la table 3.18). On remarque que la communication distale (critère *cry*) est plus perturbée avant 4 mois dans la cohorte des bébés dont la mère a des déficiences visuelles. Ceci s'explique par le fait que le bébé émet des rythmes distaux indépendamment de l'immobilité du visage de la mère aveugle en compensant par la perception d'autres mouvements maternels. Par contre, le bébé dont la mère a des déficiences visuelles, est stimulé par le système "voix-visage" maternel qui est défaillant dans les conditions d'installation de la cellule vidéo.

Dans les conditions du face-à-face, les bébés de mères aveugles grâce à un très bon système perceptif proximal parviennent à communiquer même au niveau distal alors que le système "voix-visage" de la mère ne les stimule pas.

6.2.6 Initiatives des bébés dont la mère est aveugle ou a des déficiences visuelles

Les bébés des mères qui ont des déficiences visuelles et les bébés qui ont des mères aveugles initient respectivement à 31% et 33% au lieu de 22% pour les bébés sans troubles (tab. 2.2). Il est remarquable de savoir que dès le début de la vie un bébé compense le déficit de la mère. Cette performance est due au mode proximal très développé qui donne une compréhension subtile de la communication.

6.2.7 Bébés épileptiques avec syndrome de West

Pour les bébés épileptiques avec syndrome de West, les processus d'appropriation et d'unification du corps et les processus de communication proximale et distale ne montrent pas d'évolution significative en fonction de l'âge (voir les *p*-valeurs de la table 3.22). Bien que les valeurs des critères *cbb* et *cbp* soient du même ordre de grandeur ou plus élevé que ceux d'un bébé sans trouble, l'observation clinique montre que les mouvements du bébé sont répétitifs et simples. Cette absence de variété dans les mouvements explique l'absence d'évolution. Ceci correspond à une fermeture chez le bébé. De plus, il y a un retard par rapport aux autres cohortes pour la communication distale (voir le critère *cry* dans les tables 3.1 et 3.21). Les mères initient beaucoup les mouvements de communications (90%) et cela n'a pas d'effet puisque l'enveloppe rythmée du bébé ne peut s'harmoniser avec celle de la mère.

Pour ces bébés épileptiques avec syndrome de West, on ne constate pas d'évolution des critères de la mise en place du système perceptif.

6.3 Conclusion de l'étude

Les résultats statistiques dans le cadre du modèle de la mise en place du système perceptif ouvrent de nouvelles pistes sur la construction du bébé et sa communication. L'étude approfondie du rythme éclaire finement sur la communication du bébé au niveau de ses mains, ses pieds et sa vocalise. Sans doute l'observation du rythme chez un bébé entre 3 mois et 9 mois peut être un indicateur d'une bonne évolution.

Ce travail montre la pertinence de conceptualiser le système perceptif en deux sous-systèmes, le proximal et le distal, pour mieux penser la communication perceptive. Par cette étude de nouveaux concepts ont été établis, nous retenons tout particulièrement :

- Le rôle des perceptions proximale et distale et leurs interactions.
- Le rôle organisateur des rythmes dans la communication distale.
- Dans l'accordage, l'importance de l'harmonisation des deux enveloppes rythmées au niveau proximal pour permettre une communication au niveau distal.

Les résultats de cette étude sont très précieux pour développer une meilleure prévention auprès des bébés qui sont confrontés aux situations suivantes :

- La prématurité.
- L'hospitalisation précoce à la suite d'une maladie aigüe.
- Les troubles alimentaires.
- L'atteinte neurologique comme le syndrome de West.
- La communication des bébés dont la mère a un handicap visuel.

Indirectement ces conclusions permettent aussi d'améliorer la compréhension des troubles graves du langage et de mieux adapter les prises en charge des enfants qui souffrent d'enfermement psychique en travaillant au niveau du système perceptif.

Chapitre 7

Annexe

7.1 Description du cadre et des protocole

L'unicité de cette recherche vient du caractère global des films. Global dans l'espace : le bébé, dans un transat face à sa mère, est filmé selon huit caméras. Global dans le temps : le bébé se fait filmer de 3 mois à 9 mois ; les tournages sont espacés en moyenne de trois semaines. Un tournage dure 20 minutes et se décompose en cinq parties.

- Introduction, 0-10 mn : Seulement une caméra fonctionne. C'est un temps de préparation pour les techniciens, pour la famille et le clinicien. Ce tournage est conservé pour une analyse de l'interaction.
- Situation libre, 10-13 mn : Les parents vivent cette interaction le plus spontanément possible, le clinicien ne donne aucune consigne. Il arrive que le parent utilise un jouet mais cette situation reste rare.
- Interaction avec Girafe, 13-16 mn : Le clinicien doit seulement faire remarquer aux parents de ne pas placer la girafe devant le visage du bébé de trop longs moments.
- Interaction avec chanson, 16-19 mn : Il est demandé aux parents de chanter 'ainsi font font' à un moment donné durant cette séquence, il lui est possible de le chanter plusieurs fois.
- Fin, 19-20 mn : le clinicien annonce la fin de l'enregistrement en entrant discrètement, lors de certains tournages la caméra continue de filmer jusqu'à 20 mn.

La base est construite à partir des séquences d'interactions dites "spontané", "avec girafe" et "avec chanson". Deux juges (au moins) sélectionnent une minute de vidéo de chaque tournage selon les protocoles suivants :

- Interaction spontanée, la sélection est automatique puisque c'est la dernière minute des trois.
- Interaction avec Girafe, on choisit une séquence d'une minute avec la girafe.
- Interaction avec chanson, on débute la séquence quand la chanson commence.

Les juges cotent les 3 séquences vidéo d'une minute en les visionnant en sauvegardant leurs cotations dans la base de données. Les tournages sont ensuite exploités pour extraire des signaux de vocalises, de mouvements de mains et de regard en vue de réaliser un modèle.

7.2 Description des champs

7.2.1 Coordination du bébé par rapport à son corps, *cbb*

Il y a 22 champs car on distingue si le champs est avec ou sans vocalise.

1. Main - main
2. Main(s) - pied
3. Main(s) - visage
4. Main(s) - bouche
5. Pied(s) - main
6. Pied - pied
7. Pied(s) - bouche
8. Main - autres
9. Regard - main(s)
10. Regard - pied(s)
11. Regard - autre(s) partie(s)

7.2.2 Coordination du bébé avec le parent, *cbp*

Il y a 20 champs car on distingue si le champs est avec ou sans vocalise.

1. Main(s), doigt bébé - main(s) parent
2. Main(s), doigt bébé - visage parent
3. Main(s), doigt bébé - autre partie (sein de la mère, cheveux,etc..)
4. Pied(s) bébé - main(s), doigt parent
5. Pied(s) bébé - autre partie
6. Main(s), index parent - main bébé
7. Main(s), index parent - pied bébé
8. Main(s), index parent - bouche bébé
9. Main(s), index parent - visage bébé
10. Main(s), index parent - autre partie

7.2.3 Coordination du bébé et du parent, qui décrit la communication par le rythme, *cry*

Il y a 38 champs car on distingue les cas avec et sans objet.

1. Vocalise bébé - mains bébé
2. Vocalise bébé - pieds bébé
3. Vocalise bébé - voix parent
4. Vocalise bébé - mains parent
5. Mains bébé - voix parent
6. Mains bébé - vocalise bébé
7. Mains bébé - pieds bébé
8. Mains bébé - mains parent
9. Pieds bébé - voix parent
10. Pieds bébé - vocalise bébé
11. Pieds bébé - mains parents
12. Pieds bébé - mains bébé
13. Voix parent - mains bébés
14. Voix parent - pieds bébés
15. Voix parent - vocalise bébé
16. Voix parent - mains parent
17. Mains parent - vocalise bébé
18. Mains parent - pieds bébés
19. Mains parent - mains bébé

7.3 Tables des séquences cotées par juges

âge	$-4m$	$4-7m$	$+7m$
seq vidéo	160	253	202
seq cotées	320	345	289

TAB. 7.1 – Cohorte sans trouble : Nombre de séquences vidéo et de séquences cotées par tranche d'âge

sexe	f	g
seq vidéo	297	318
seq cotées	470	484

TAB. 7.2 – Cohorte sans trouble : nombre de séquence vidéo et de séquence cotées par sexe

âge	$-4m$	$4-7m$	$+7m$
seq vidéo	27	59	55
seq cotées	48	76	71

TAB. 7.3 – Cohorte des bébés hospitalisés : nombre de séquences vidéo et de séquences cotées par tranche d'âge

âge	$-4m$	$4-7m$	$+7m$
seq vidéo	15	55	35
seq cotées	15	102	55

TAB. 7.4 – Cohorte avec trouble alimentaire : nombre de séquences vidéo et de séquences cotées par tranche d'âge

âge	$-4m$	$4-7m$	$+7m$
seq vidéo	51	74	66
seq cotées	52	77	66

TAB. 7.5 – Cohorte prématurés : Nombre de séquences vidéo et de séquences cotées par tranche d'âge

7.4 Outils statistiques

7.4.1 Analyse en Composante Principale

La technique d'analyse en composante principales (ACP) est une méthode de statistique descriptive multidimensionnelle permettant de représenter de façon vivante et assimilable des informations statistiques en les simplifiant et les schématisant.

L'utilisateur éventuel de l'analyse en composantes principales se trouve dans la situation suivante : il possède un tableau rectangulaire de mesures, dont les colonnes figurent des variables à valeurs numérique continues et dont les lignes représentent les individus sur lesquels ces variables sont mesurées. Ce tableau peut être représenté par un nuage de point (les individus) en dimension d , où d est le nombre de variables. Une ACP va toujours déterminer les axes qui expliquent le mieux la dispersion du nuage des points disponibles. Si on décide de ne retenir que les deux premiers axes de l'ACP, on pourra alors projeter notre nuage de dimension d sur un plan, et le visualiser. Les représentations géométriques entre les lignes et entre les colonnes du tableau de données permettent de représenter visuellement les proximités entre les individus et entre les variables.

7.4.2 Test de Shapiro-Wilk

Le test de Shapiro-Wilk est conçu pour étudier la normalité d'une distribution. Pour un échantillon de taille n , (x_1, x_2, \dots, x_n) , la statistique du test de Shapiro-Wilk est définie par

$$w = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i (x_{(i)} - x_{(n-i+1)}))^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_n)^2},$$

où

âge	$-4m$	$4-7m$	$+7m$
seq vidéo	21	37	27
seq cotées	32	61	42

TAB. 7.6 – Cohorte déficients visuels : Nombre de séquences vidéo et de séquences cotées par tranche d'âge

âge	$-4m$	$4-7m$	$+7m$
seq vidéo	18	42	27
seq cotées	24	48	34

TAB. 7.7 – Cohorte mères aveugles : Nombre de séquences vidéo et de séquences cotées par tranche d'âge

- $(x_{(1)}, \dots, x_{(n)})$ est le réordonnement croissant (on parle aussi de statistique d'ordre) de $(x_1, x_2, \dots, x_n) : x_{(1)} \leq x_{(2)} \leq \dots \leq x_{(n)}$ et il existe une permutation de $\{1, \dots, n\}$ telle que $x_{(i)} = x_{s(i)}$ pour tout $i \in \{1, \dots, n\}$;
- \bar{x}_n est la moyenne empirique de l'échantillon : $\bar{x}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$;
- les coefficients (a_1, \dots, a_n) sont donnés par

$$(a_1, \dots, a_n) = \frac{mV}{\|mV^{-1}\|},$$

où m est l'espérance de la statistique d'ordre d'un échantillon de n variables aléatoires indépendantes de loi gaussienne centrée réduite, et V sa matrice de covariance.

On considère l'hypothèse nulle suivante : les observations sont la réalisation de n variables aléatoires indépendantes de même loi gaussienne. On rejette cette hypothèse nulle si w prend de petites valeurs. La p -valeur du test est donnée par $\mathbb{P}(W \leq w)$ où W est la statistique de Shapiro-Wilk pour n variables aléatoires indépendantes de même loi gaussienne centrée réduite. On rappelle que si la p -valeur est petite, on rejette l'hypothèse de normalité (l'erreur de première espèce de ce test est donnée par la p -valeur).

7.4.3 Test de Kruskal-Wallis

Le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis est une généralisation du test de Mann-Whitney, à un nombre quelconque g d'échantillons. Essentiellement il permet de comparer les distributions de g échantillons indépendants, où les données de chaque échantillon sont des réalisations de variables aléatoires indépendantes et de même loi, et où les lois pour chaque échantillon sont à un facteur de décalage près les mêmes. En particulier, contrairement au test d'analyse de la variance, on ne fait aucune hypothèse de normalité sur les lois. L'hypothèse nulle, H_0 du test correspond au fait que les g échantillons sont les réalisations de variables aléatoires ayant la même loi.

âge	-8m	8-10m	+10m
seq vidéo	52	49	33
seq cotées	64	71	48

TAB. 7.8 – Cohorte trouble neurologique : Nombre de séquences vidéo et de séquences cotées par tranche d'âge

La statistique de test est donnée par :

$$\zeta = (N - 1) \frac{\sum_{i=1}^g n_i (\bar{r}_i - \bar{r})^2}{\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (r_{ij} - \bar{r})^2},$$

où

- g est le nombre de groupes ;
- n_i est le nombre d'observations dans le groupe i ;
- r_{ij} est le rang (parmi toutes les observations) de l'observation j du groupe i ;
- N est le nombre total d'observations sur tous les groupes ;
- $\bar{r}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} r_{ij}}{n_i}$;
- $\bar{r} = \frac{(N+1)}{2}$ est la moyenne de tous les r_{ij} .

Sous H_0 , la statistique de test suit asymptotiquement (i.e. quand la taille de chacun des échantillons tend vers l'infini) une loi du χ^2 à $g-1$ degrés de liberté. Sous l'hypothèse alternative, la statistique de test tend asymptotiquement vers l'infini. On rejette donc l'hypothèse nulle si ζ prend de grandes valeurs. La p -valeur asymptotique du test est donnée par $\mathbb{P}(Z_{g-1} \geq \zeta)$ où Z_g est distribué suivant la loi du χ^2 à $g-1$ degrés de liberté.

Bibliographie

- [1] D. Chessel, A.-B. Dufour, and J. Thioulouse (2004) : The ade4 package-I-One-table methods. *R News*. 4 : 5-10.
- [2] A. Ciccone. Le bébé et le temps, Rythmicité et discontinuité des expériences chez le bébé, Dunod, 2007.
- [3] E. Devouche et M. Gratier. Microanalyse du rythme dans les échanges vocaux et gestuels entre la mère et son bébé de 10 semaines, *Devenir* 2001/2, Volume 13, p. 55-82.
- [4] D. Chauveau, J.-F. Delmas and J. Foki (2008). *Test of agreement between several partitions*, Rapport technique.
- [5] S. Freud. Les trois essais sur la théorie de la sexualité, 1923.
- [6] S. Freud. Le moi et le ça, 1927.
- [7] B. Gepner. Constellation autistique, mouvement, temps et pensée, malvoyance de l'émotion, autres désordres du traitement temporo-spatial des flux sensoriels et dyssynchronie dans l'autisme, *Devenir* 2006/4, Volume 18, p. 333-379.
- [8] L. Lebart, A. Morineau et M. Piron. Statistique exploratoire multidimensionnelle. Dunod, 1995.
- [9] H. B. Mann and D. R. Whitney (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other ; *Annals of Mathematical Statistics*, **18**, p. 50-60.
- [10] D. Meltzer. Explorations dans le monde de l'autisme, Payot, 2004.
- [11] R Development Core Team (2007). R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>
- [12] S. S. Shapiro and M. B. Wilk (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples), *Biometrika*, **52**, 3 and 4, 591-611.
- [13] D. Stern. Le monde interpersonnel du nourrisson, PUF, ed. Le fil rouge, 1989.
- [14] A. Streri (1996). La connaissance du monde physique, in R. Lecuyer, A. Streri et M.G. Pêcheux (Eds). *Le développement cognitif du nourrisson* vol.2. Paris.

- [15] H. W. Kruskal and W. A. Wallis (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, **47** (260), p. 583–621.