



**HAL**  
open science

# Être touché: une action immobile, fondation de notre développement

Nadege Roche-Labarbe

## ► To cite this version:

Nadege Roche-Labarbe. Être touché: une action immobile, fondation de notre développement. Moureaux P. & Le Nen D. (Eds.) 2024. Prière de toucher. Donjon Éditions., Donjon éditions, A paraître. hal-04590767

**HAL Id: hal-04590767**

**<https://hal.science/hal-04590767>**

Submitted on 28 May 2024

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

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

Copyright

# Être touché : une action immobile, fondation de notre développement

*Nadège Roche-Labarbe*

*Maître de conférences en Psychologie du développement de l'enfant*

*Université de Caen Normandie*

## **Biographie**

Nadège Roche-Labarbe s'est d'abord formée en Biologie, spécialisée en Éthologie, la science du comportement animal, et en Neurosciences cognitives, la science des mécanismes biologiques de la pensée, à l'Université de Toulouse. Elle obtient son Doctorat en Neurosciences à l'Université d'Amiens en réalisant une thèse sur l'étude en imagerie cérébrale du fonctionnement du cerveau des nouveau-nés prématurés et de l'épilepsie chez l'enfant. Elle travaille quatre ans comme chercheuse au Centre de Recherche *A.A. Martinos* de Boston aux États-Unis, se consacrant au développement de l'imagerie fonctionnelle cérébrale du nouveau-né prématuré. Elle est recrutée Maître de conférences en Psychologie à l'Université de Caen en 2011, pour enseigner les Neurosciences cognitives développementales et développer un programme de Recherche sur le dépistage néonatal des troubles du neurodéveloppement. Ses travaux réalisés au sein du service de Néonatalogie du CHU de Caen sont financés par la Fondation de France, la Fondation Perce-Neige et l'Agence Nationale de la Recherche. Ils sont publiés dans les revues internationales dédiées au développement cognitif.



Chapitre à paraître dans : *Moureaux P. & Le Nen D. (Eds.) 2024. Prière de toucher. Donjon Éditions.*

## ***Préambule***

Au début de mes travaux de Recherche, le toucher n'était pas encore mon objet d'étude. Il était un moyen de susciter dans le cerveau des bébés une activité neuronale dont je pourrais ensuite étudier les caractéristiques. Au fur et à mesure de la progression de mes travaux sur le développement cérébral, il m'apparut que ce sens négligé des neuroscientifiques recelait un potentiel inexploité, non seulement pour comprendre comment le cerveau du nouveau-né donne du sens à son environnement, mais aussi pour élucider les mécanismes pathologiques des troubles du neurodéveloppement (qui comprennent notamment les troubles du spectre de l'autisme, les troubles de l'attention avec ou sans hyperactivité, ou les troubles des apprentissages dits « *dys* »). Dans ce chapitre, à travers mon cheminement scientifique, j'entreprends de développer ce potentiel du sens tactile pour comprendre comment notre cerveau fonctionne ou dysfonctionne au début de la vie.

## ***Le cerveau né trop tôt***

La naissance prématurée concerne 10 à 15% des bébés selon les territoires. Un bébé qui naît prématuré, c'est à dire avant le terme normal situé entre 37 et 42 semaines de grossesse, doit affronter de multiples difficultés qui représentent un risque pour l'intégrité de son organisme. Ses poumons ne sont pas encore assez fins pour extraire l'oxygène de l'air, ses muscles ne sont pas assez forts pour lutter contre la gravité, sa peau n'est pas assez solide et épaisse pour le protéger de l'environnement... Et son cerveau n'est pas prêt à donner un sens aux informations qui parviennent des organes sensoriels. Même lorsqu'aucune atteinte cérébrale n'est visible en imagerie suite à cette naissance inattendue, les risques de séquelles microscopiques du système nerveux restent élevés et peuvent se révéler à l'âge scolaire par des difficultés à acquérir les compétences cognitives. Or, plus on intervient tôt dans la vie d'un enfant pour remédier à ses difficultés de développement, plus l'intervention a de chances d'être efficace. En effet, elle s'appuie alors sur les formidables capacités du jeune cerveau à s'adapter aux contraintes, à réorganiser ses connexions en déjouant les séquelles de lésions, à trouver des voies inédites pour faire transiter l'information neuronale. Cette plasticité diminue en grandissant, rendant les approches thérapeutiques de plus en plus incertaines. Il est donc important de savoir évaluer l'intégrité du fonctionnement cérébral des nouveau-nés prématurés plus subtilement que ne le permet une image échographique, ou même par résonance magnétique (IRM), pour fournir une indication précoce de la nécessité de prise en charge.

## *Échanger pour se connecter*

Quand je commençai mes recherches, mon objectif était de déterminer si l'activité des neurones de ces trop jeunes nouveau-nés était associée, comme c'est le cas chez l'adulte et l'enfant, à une augmentation de l'apport d'oxygène dans les capillaires sanguins pour répondre à la consommation d'énergie accrue des neurones actifs. Ce phénomène, appelé couplage neurovasculaire, est la base de plusieurs techniques d'imagerie fonctionnelle du cerveau. Montrer l'existence du couplage neurovasculaire chez les nouveau-nés prématurés devait donc ouvrir la voie à de nouveaux outils de dépistage des séquelles invisibles de la prématurité.

J'avais d'abord observé l'activité spontanée des neurones dans le cerveau de nouveau-nés prématurés : au début de la formation du cerveau du fœtus, des neurones provisoires créent une activité électrique en dehors de toute entrée sensorielle, qui permet au cerveau de s'entraîner et de s'organiser (Stiles & Jernigan, 2010). En effet, les neurones nouvellement formés ont besoin d'information à transmettre pour entrer en relation les uns avec les autres : ils ne peuvent pas former de réseau sans signal à y faire circuler. Or, ils n'ont que peu de variété à transmettre. Par exemple, le fœtus dispose bien de récepteurs tactiles fonctionnels dès premier trimestre de grossesse, mais ce qu'il touche dans le sac amniotique est invariablement doux, mou, lisse, tiède. Alors pour de jeunes neurones, comment trouver un sujet de conversation pour se faire des relations quand il se passe toujours la même histoire ? Il faut faire semblant d'avoir des choses à se dire. Les premières connexions entre les neurones s'établissent ainsi par la circulation d'une activité électrique spontanée, à la manière dont des promeneurs passant les premiers dans une prairie y tracent un sillon qui n'existait pas avant. De même dans le cerveau du fœtus, les voies se forment et se maintiennent parce qu'on y circule, et c'est seulement quand un chemin est fréquemment utilisé qu'on le transforme en route.

Ces activités électriques spontanées sont observées chez le nouveau-né prématuré comme s'il était encore fœtus, alors que ses expériences sensorielles sont plus nombreuses. Après avoir montré que le couplage neurovasculaire était bien présent chez ces nouveau-nés en réponse à une activité neuronale spontanée (Roche-Labarbe et al., 2007), j'entrepris de déterminer si c'était également le cas pour une activité évoquée par une véritable information sensorielle provenant de leur environnement.

## *Le toucher comme fondation du développement sensoriel*

Je décidai de caresser la paume de la main de nouveau-nés prématurés avec une petite brosse et de mesurer l'activité neuronale que j'espérais provoquer ainsi. Pourquoi le toucher ? J'aurais pu choisir un autre sens pour mettre les jeunes neurones au travail. Historiquement, le langage, fonction noble et fascinante longtemps considérée comme apanage de l'humain, voire d'essence divine, a mobilisé l'intérêt des chercheurs qui s'intéressent au cerveau du bébé et à ses fabuleuses capacités d'apprentissage. La vision, support des activités scolaires et du divertissement, concentre quant à elle les efforts de ceux qui s'intéressent au développement cognitif des enfants plus âgés. Pourtant, ces deux sens ne sont pas l'origine du développement sensoriel, mais son aboutissement, car ils sont des sens distaux, c'est-à-dire que la source d'information se trouve physiquement éloignée de l'individu. Ils constituent l'information sur laquelle un adulte élabore son raisonnement conscient, ses activités sociales et professionnelles en dehors du cercle intime, ce qui explique sans doute la place disproportionnée qu'ils occupent dans les neurosciences. Pourtant, ils n'entrent en fonction qu'en fin de grossesse. A l'inverse les sens proximaux, c'est-à-dire dont la source d'information est physiquement proche de l'individu, apparaissent plus tôt. Les sens chimiques tels que l'odorat et le goût sont importants dans l'expérience prénatale, mais le sens le plus précoce et par définition le plus proximal est le toucher.

Le fœtus développe sa sensibilité tactile au travers de l'activation des récepteurs de sa peau, de ses muscles et tendons, mais également par les contractions utérines, les mouvements de sa mère et sa propre activité motrice. Dès les sept à huit semaines de grossesse, autrement dit seulement cinq à six semaines après la conception, des réponses motrices labiales sont provoquées par un toucher léger sur la lèvre supérieure. Après seulement dix semaines, les récepteurs tactiles sont présents sur le visage et les plantes des mains et des pieds, puis sur tout le corps dans les vingt premières semaines, soit la moitié de la grossesse. Dès le sixième mois, les neurones du cerveau traitent les informations venant de ces récepteurs tactiles, de sorte que la construction de réseaux dans le cerveau s'effectue d'abord sur des informations tactiles avant que l'audition et la vision ne viennent les solliciter. Chez le fœtus, cette fondation s'établit par une motricité s'exerçant sur les parois élastiques du l'utérus maternel dans toutes les dimensions de l'espace, qui concordent avec les sensations de pression sur tout le corps, tandis que la texture et la température restent constantes. Chez les nouveau-nés prématurés, cette fondation s'établit sur un environnement aberrant, voire franchement aversif. Le tissu des langes et le plastique des couches sur la peau, les cathéters dans les veines et la sonde gastrique le long du nez et du pharynx, la gravité qui plaque le corps au lit et empêche le mouvement, sont le contexte de la mise en place des réseaux cérébraux de ces enfants. La manière dont l'environnement tactile

contraint la mise en place de l'architecture cérébrale se répercute ensuite sur la mise en place de la perception distale, audition puis vision (Dumont et al., 2018). L'enfant développe après la naissance le contrôle de son attention, ce qui lui permet d'exploiter ses différents sens de manière coordonnée et d'orienter ses ressources cognitives vers les éléments de l'environnement pertinents au regard de ses objectifs (Anquetil et al., 2022). C'est bien sûr la condition indispensable de la réussite scolaire, mais également des activités sportives et sociales. Construites sur une fondation altérée, il semble inévitable que ces fonctions soient dégradées.

On se rend compte à quel point l'ensemble de l'échafaudage de notre développement repose sur une base tactile. Mais tout au long de la vie, le toucher reste une valeur sûre. En grandissant, le bébé commence par explorer tout objet nouveau par le toucher : il place dans sa bouche, puis explore de ses mains, tout ce qu'il découvre. Les informations de forme et de texture ainsi recueillies sont ensuite associées aux informations visuelles pour former dans le cerveau une représentation multisensorielle de l'objet, qui permettra par la suite de déduire la forme ou la texture des objets seulement en les voyant. Mais en cas d'ambiguïté sur les informations visuelles, nous avons recours au toucher à tout âge pour décider ce qui est réel. Chaque adulte qui admire un drapé sculpté dans la pierre fait l'expérience de ce besoin de toucher, que manifeste notre cerveau lorsque ce qu'il voit ne correspond pas à ce qu'il croit connaître du monde réel sur la base de ses expériences passées. Mon souvenir le plus vivace de cet effet est la compulsion que je ressentis de toucher la sculpture du Christ Voilé de Giuseppe Sanmartino, qui se trouve dans la chapelle Sansevero de Naples. Le linceul, fin et transparent, adhère au corps d'une manière si réaliste que mon cerveau ne parvenait pas à réconcilier cette forme avec l'aspect du matériau, un bloc de marbre. Attendant que personne ne me voit (c'est interdit bien sûr), je passai donc rapidement un doigt sur les plis du linceul et, sentant la pierre dure et froide, immédiatement apaisai mon cerveau qui autrement n'aurait pas pu réconcilier ces éléments visuels incohérents. Heureusement que les tableaux de Van Gogh sont protégés d'une vitre, autrement il est certain que je ne résisterais pas à glisser mes doigts le long des champs de blé pour m'assurer de ce que je vois. A cause de la vitre, je suis réduite à osciller face à l'œuvre en essayant de capturer avec mes yeux les ombres qui révèlent le relief de la peinture et lui donnent la profondeur qu'aucune reproduction imprimée ne peut restituer.

Comment se fait-il que ce sens fondamental dans le développement, et si nécessaire à résoudre les ambiguïtés des autres sens, soit si peu étudié, presque oublié des scientifiques ? Un enfant peut vivre et apprendre sans voir, sans entendre ou sans sentir les odeurs... mais pas

sans toucher. Aviez-vous déjà pensé à cela ? Vous connaissez sans doute un malvoyant, un malentendant, mais un maltouchant ?

### *Le toucher troublé*

Je choisis donc des brossettes jetables aux poils très souples parmi les nombreux petits objets que les puéricultrices rangent sur leurs chariots de soin. Je fis glisser ces brossettes le long de la paume et des doigts des nouveau-nés prématurés, des mains si petites que le poing serré n'est pas plus gros qu'une noisette, pendant quelques secondes, pour observer la réaction des neurones dans la zone du cerveau dédiée au toucher que l'on appelle le cortex somatosensoriel.

J'observai que l'activité des neurones que je provoquais était bien associée à une augmentation du flux et de l'oxygénation du sang dans les régions cérébrales actives (Roche-Labarbe et al., 2014). Je décidai alors d'étudier, grâce à ce phénomène, les compétences cognitives des nouveau-nés prématurés. En effet, je venais d'être recrutée à l'Université de Caen pour y construire un programme de recherche sur le dépistage précoce des troubles du neurodéveloppement. Or, les nouveau-nés prématurés ont un risque bien plus élevé de développer ce type de trouble que les enfants nés à terme, du fait d'altérations de leur structure ou de leur fonction cérébrale que nous ne savons pas encore identifier (Torchin et al., 2015). Il me sembla donc pertinent de rechercher, au cours de l'hospitalisation de ces bébés en unité de soins intensifs néonataux, des marqueurs de fonctionnement cérébral qui pourraient varier en fonction du risque de trouble de l'enfant. Il ne s'agissait désormais plus d'utiliser la perception sensorielle comme support de conception d'outils d'imagerie, mais d'utiliser ces nouveaux outils d'imagerie du cerveau néonatal pour comprendre les processus sensoriels liés à la qualité du développement cérébral.

Parmi les processus candidats, le plus prometteur me semblait la capacité de prédire un événement sensoriel sur la base de la régularité des événements passés. Des difficultés à utiliser la prévisibilité de l'environnement pour réguler son comportement ont été mises en causes dans différents symptômes des troubles neurodéveloppementaux. Par exemple, la résistance au changement des enfants autistes pourrait découler d'une difficulté à anticiper la succession des événements et de leurs conséquences sensorielles sur la base de l'expérience passée. Cette difficulté induirait une sensation de surprise permanente, inconfortable et angoissante. Imaginez que vous soyez à chaque instant surpris par la pression des chaussures sur vos pieds ou par le passage de vos cheveux devant vos yeux. Comment rester serein, comment

apprendre ? Ce phénomène expliquerait également pourquoi ces patients ont besoin de produire eux-mêmes des stimulations sensorielles répétitives. Cette autostimulation susciterait un sentiment de maîtrise de l'environnement, remplaçant celui qu'induit chez enfants typique la perception des régularités spatiales et temporelles. C'est la fonction de ces objets qui tournent, clignotent ou vibrent que les enfants autistes adorent : réorienter leur attention vers un élément prévisible pour atténuer la surprise permanente due aux éléments moins faciles à anticiper.

A nouveau, j'aurais pu étudier les compétences cognitives des nouveau-nés prématurés dans différentes modalités sensorielles. Je décidai de poursuivre l'exploration du toucher car les parents des enfants présentant des troubles neurodéveloppementaux rapportent souvent une défense tactile chez leurs enfants. La défense tactile est une hypersensibilité à certains types de toucher qui se manifeste par un évitement du contact, et des réactions de retrait qui peuvent être violentes. Ces enfants ne supportent pas les étiquettes ou les coutures dans les vêtements, les aliments granuleux comme la semoule ou les soupes moulinées, ou le contact d'une autre personne... Paradoxalement, ils recherchent de manière compulsive certains stimuli tactiles tels que presser une balle en mousse ou tripoter un coin de torchon. Une jeune fille présentant une forme légère d'autisme, sans déficience intellectuelle mais avec une défense tactile marquée, m'expliqua un jour que pour témoigner son affection, il valait mieux que sa maman l'invite à la pizzeria ou vienne converser avec elle que lui faire un câlin... avec une exception toutefois : se faire gratter le dos était son péché mignon.

Ces symptômes qui affectent la perception du toucher concernent à la fois le toucher social (toucher pour partager) et le toucher cognitif (toucher pour apprendre). Parmi les troubles du neurodéveloppement, les troubles du spectre de l'autisme sont souvent associés à des déficits de la socialisation : regard échangé, attention conjointe, compréhension des émotions, des intentions d'autrui. Les troubles du déficit de l'attention, eux, semblent affecter davantage la sphère cognitive : inhibition des distractions, contrôle des mouvements, concentration soutenue, apprentissages. Mais, au début de la vie, ces troubles émanent des mêmes facteurs de risque génétiques, neurologiques et toxiques (Pettersson et al., 2013). Ce n'est qu'après quelques mois ou années qu'une altération sensorielle affectant ces deux domaines évoluerait vers l'un ou l'autre de ces syndromes, selon le jeu de multiples facteurs de risque. C'est pourquoi ces troubles sont plus fréquemment comorbides qu'isolés, c'est-à-dire qu'ils coexistent chez les mêmes enfants, ou sont agrégés au sein d'une même fratrie : parce qu'ils partagent, au début de la trajectoire pathologique, des fondations atypiques communes. De fait, développement cognitif et affectif sont indissociables au début de la vie. Parmi ces fondations



communes, la prédiction sensorielle en général, et tactile en particulier, allait devenir mon champ de recherche.

### ***Être touché : une action immobile***

Très peu de scientifiques travaillent sur le développement cognitif néonatal, encore moins par le biais du toucher. Exception notable, Fleur Lejeune au cours de sa thèse exploita la capacité des nouveau-nés prématurés à agripper tout objet placé dans leur main pour étudier leur discrimination des formes (Lejeune et al., 2010). Elle démontra que cet agrippement n'est pas, ou pas seulement, un réflexe : ces nouveau-nés modulent la pression qu'ils exercent sur l'objet tenu en fonction de sa familiarité. Un objet de forme nouvelle est tenu plus longtemps qu'un objet familier. Autrement dit, les bébés explorent tactilement l'objet qu'ils agrippent pour en apprendre les caractéristiques, avant l'âge équivalent du terme de la grossesse. Cette exploration manuelle faisant appel à la motricité (le contrôle du mouvement) et à la proprioception (la perception de la position du corps dans l'espace) s'appelle l'haptique. Or, les difficultés que rencontrent les enfants avec des troubles du neurodéveloppement ne se situent pas seulement dans les activités haptiques mais aussi dans le traitement du toucher dit « passif », c'est-à-dire le fait d'être touché. En réalité, être touché n'a rien de passif. Lorsque nous sommes touchés, notre cerveau analyse cette information avec la même profondeur que lorsque nous voyons ou entendons. Percevoir un événement sensoriel est une action au sens cognitif car le cerveau interprète l'information brute pour lui donner sa signification. Pour cela, il met à contribution d'autres événements sensoriels concomitants qui forment un contexte, la structure spatiale et temporelle des événements perçus, l'expérience passée d'événements similaires et de leurs conséquences... C'est cette interprétation qui rend plus prévisibles les événements sensoriels, qui nous permet de les reconnaître, les espérer ou les craindre, préparer un comportement adapté pour y répondre. Être touché est donc une action immobile, invisible, mais une action complexe qui nécessite des ressources attentionnelles. Je voulais savoir si les nouveau-nés prématurés, lorsqu'ils sont touchés, analysent cette information tactile pour en extraire les régularités spatiales et temporelles, et s'en servent pour anticiper les prochaines fois où ils seront touchés. Ou bien, au contraire, sont-ils perpétuellement surpris quand on les touche ?

Pour étudier cela, j'avais besoin de toucher les bébés de manière répétée, fiable et précise dans le temps, sans que ce toucher soit désagréable ou intrusif. Je ne pouvais pas utiliser la petite brosse jetable que j'avais utilisée pour mes travaux sur le couplage neurovasculaire car

pour répéter les évènements il fallait éviter tout frottement. La peau des nouveau-né prématurés est dépourvue des qualités de résistance et d'élasticité d'une peau fonctionnelle. Elle est très fine, froissable, fragile. Je commençai donc à m'intéresser aux vibreurs, comme ceux des téléphones portables. On peut en régler l'intensité pour l'adapter à la petite taille et à la légèreté d'une main prématurée, ils produisent une sensation tactile sans irriter la peau puisqu'ils ne la frottent pas, et on peut précisément en contrôler le déclenchement et l'arrêt sur de très courts temps. La vibration semblait une bonne solution, mais posait aussi un problème. Le toucher désigne en fait une grande variété de sensations qui proviennent de multiples types de récepteurs différents situés dans la peau, et ceux de la caresse ne sont pas les mêmes que ceux de la vibration, de la température, de la pression ou de la douleur... Or, je voulais me rapprocher de la sensation que la peau est légèrement caressée. C'est alors que je fis la connaissance de la société Caylar® qui me proposa de développer avec nous l'outil de mes rêves. Ils alignèrent plusieurs mini-vibreurs dans un moulage de silicone doux et moelleux comme une guimauve. En actionnant les vibreurs chacun son tour, avec un léger chevauchement dans le temps, on reproduit le long du silicone la sensation d'un déplacement, sans que rien ne frotte la peau. La sensation ressemble, pour moi, à celle d'une petite bête qui glisserait sur la peau. Chose formidable, cette matrice tactile est parfaitement désinfectable et fut donc approuvée par les soignants du service. Ceci peut vous paraître anecdotique mais il n'en est rien. Il n'y a pas plus protectrice qu'une puéricultrice de néonatalogie, et obtenir leur approbation n'est pas une mince affaire. Ainsi, les choses prirent forme.

### *Ce qui intéresse le jeune cerveau*

Pour nos études, nous plaçons la matrice vibrotactile sur l'avant-bras des nouveau-nés prématurés et la faisons vibrer à intervalles réguliers. Puis, après une série de vibrations identiques, nous la modifions : soit la direction du déplacement perçu est inversée en permutant l'ordre de déclenchement des vibreurs (de bas en haut ou l'inverse), soit rien ne vibre, violant la règle préalablement établie dans le cerveau par la répétition régulière. Imaginez que vous receviez sur le bras une caresse régulière, qui vous chatouille légèrement, à laquelle vous vous habituez... jusqu'à ce qu'elle n'arrive plus, vous tirant de l'agréable réconfort dans lequel sa constance vous avait plongé. C'est la réaction du cerveau à cette violation de sa confiance en ce qui va arriver que nous mesurons. Si le changement imprévu titille les neurones, alors c'est qu'une prédiction avait bien été élaborée au fil des répétitions. Au début je craignais qu'une vibration du bras ne place pas les bébés dans une douce torpeur comme le peut une tendre

caresse régulière. Et pourtant, au fur et à mesure des répétitions, ils s'endorment à tel point que les parents nous demandent souvent en plaisantant (quoique) s'ils peuvent garder le dispositif. Je ne crois pas que l'effet soit aussi efficace qu'une vraie caresse, mais cela reste à vérifier et l'on trouve dans le commerce divers berceaux et doudous vibrant qui paraît-il font des miracles. Crucial pour nos travaux est le fait que, contrairement aux adultes, les nouveau-nés continuent de traiter l'environnement sensoriel pendant leur sommeil (Fifer et al., 2010). Ceci explique qu'ils apprennent si vite alors qu'ils passent la majorité du temps à dormir au cours des premières semaines de vie.

Tout d'abord, nous avons observé un résultat plutôt intuitif : lorsque l'intervalle entre les vibrations est strictement fixe, le cerveau apprend plus vite la régularité que lorsqu'il varie légèrement à chaque fois (en neurosciences on appelle cela un intervalle saccadé : il varie de plus ou moins quelques dizaines de millisecondes autour d'une moyenne). Les neurones s'habituent et cessent de transmettre une information qui est parfaitement prévisible. Avant l'âge du terme le cerveau a donc déjà tendance à se désintéresser des événements qui n'ont plus rien à lui enseigner. Pour cette raison, lors des omissions aléatoires, nous avons constaté une diminution de l'activité neuronale en dessous de son niveau de base, qui est la signature d'une suppression active d'une activité devenue inutile. A l'inverse, les vibrations dont l'apparition ne peut pas être parfaitement prédite continuent de produire une activité neuronale. On observe durant les omissions une augmentation de l'activité des neurones, aussi ample que lorsque la vibration a bien lieu (Dumont et al., 2022). Autrement dit, le nouveau-né prématuré prépare par anticipation sa réponse car le cerveau reste engagé par une prévisibilité imparfaite.

Le même phénomène existe chez l'adulte et à travers les autres sens : l'attention est attirée vers ce qui est attendu mais pas complètement prévisible. C'est ce qui fait le plaisir d'écouter de la musique par exemple. Nous savons comment peut se dérouler un morceau de musique d'après les règles musicales culturelles que nous connaissons, mais un léger swing ou une syncope inattendue rendent l'écoute bien plus intéressante qu'un enchaînement rigide. Notre cerveau n'aime ni l'ennui dont il n'apprend rien, ni le chaos qui engendre du stress, mais une prévisibilité modérée qui excite sans perturber, qui surprend sans angoisser. Sur cette seule base, il sait anticiper les sensations physiques. N'avez-vous jamais eu le cuir chevelu qui vous démange parce qu'on parle de poux ? Et maintenant que je vous en ai parlé, avez-vous envie de vous gratter la tête ? Ne résistez pas, votre cerveau les sent déjà.

*Se protéger ou apprendre*

Les neurones des nouveau-nés prématurés restent engagés quand la prévisibilité est modérée et anticipent alors le prochain toucher. La question restait de savoir si ce phénomène était affecté par le degré de prématurité et donc lié au risque de trouble du neurodéveloppement. Ne gardant que des intervalles saccadés, nous incluons désormais des nouveau-nés quel que soit leur âge gestationnel de naissance, de 23 semaines pour les plus prématurés, à 35 semaines pour ceux qui sont presque à terme. Nous les testons lorsqu'ils atteignent l'âge équivalent du terme, de sorte que leurs âges développementaux sont les mêmes, mais certains ont passé plusieurs mois en soins intensifs tandis que d'autres sont restés plus longtemps dans l'utérus de leur mère. Il est délicat de dire dès maintenant, alors que j'écris ces lignes, ce que seront les résultats, car nous n'avons pas terminé. Ce que nous voyons sur les données préliminaires, c'est que plus la prématurité est grande, plus les bébés suppriment l'activité neuronale au cours des répétitions malgré les intervalles saccadés, et ne réagissent ni à l'omission d'une vibration, ni au changement de direction inattendu. Pourtant, au même âge équivalent du terme, ceux qui sont nés récemment et sont donc moins prématurés continuent de réagir aux vibrations modérément prévisibles et à les anticiper. Comment expliquer ce phénomène ? Nous faisons l'hypothèse que les bébés ayant passé plus de temps en soins intensifs au lieu de l'utérus maternel ont appris à se défendre contre le toucher. Arrivés trop tôt pour leur peau, leurs muscles et leur cerveau dans un environnement sec et rugueux, où l'on peut à tout instant être déshabillé, désinfecté, piqué et où la gravité vous empêche de bouger... Ces bébés apprendraient à filtrer tout contact, mais leur cerveau se fermerait ainsi aux opportunités de percevoir une information nouvelle, contrairement à ceux nés plus récemment. Nous proposons que ce mécanisme de protection limite les dommages liés à la surstimulation et au stress et aurait une valeur adaptative à court terme. Mais il pourrait constituer l'un des mécanismes par lequel la prématurité altère le développement de la perception sensorielle à long terme, faisant le lit des troubles neurodéveloppementaux.

Il reste à présent à vérifier ce qui se passe après que le cerveau nouveau-né ait mis en place ce mécanisme de défense. Est-il possible que ce filtrage indiscriminé du toucher persiste dans l'enfance ou bien la défense s'allège-t-elle après le retour à la maison ? Si une normalisation de la perception du toucher existe chez certains bébés nés prématurés, qui permettrait à l'enfant de retrouver de l'intérêt pour les sensations tactiles, sous quelles conditions s'opère-t-elle ? Est-elle associée à une baisse du niveau de risque de développer un trouble du neurodéveloppement ? Et si oui, peut-on imaginer de favoriser la normalisation de la sensibilité au toucher chez tous les nouveau-nés prématurés ?

## ***Baisser la garde ?***

Ces interprétations ne sont encore que des hypothèses, fournissant des pistes de recherche plus nombreuses que je ne pourrai explorer en une vie (et faire financer par les agences de financement de la recherche) mais les nouveau-nés ne cessent de me surprendre et il arrive souvent que les résultats soient contre-intuitifs, de sorte que je raconterai peut-être une autre fin de l'histoire dans quelques années. Toutefois, la nécessité de comprendre comment améliorer l'expérience tactile de ces bébés si fragiles demeure. A ce jour, on ne sait presque rien de l'efficacité des interventions thérapeutiques basées sur le toucher. Une récente analyse de l'ensemble de la littérature scientifique suggère des effets positifs à tout âge, mais l'hétérogénéité des pratiques et des critères d'évaluation est telle qu'il est difficile d'en tirer des recommandations claires (Packheiser et al., 2024). Chez les nouveau-nés prématurés, l'intervention la plus pratiquée s'appelle le peau-à-peau, ou « méthode kangourou ». Elle consiste à placer l'enfant, sans vêtement autre que sa couche, sur le torse dénudé du parent, peau contre peau. Cette méthode qui était un substitut au manque de couveuses dans les années 1970 en Colombie s'est avérée non seulement efficace pour maintenir les bébés au chaud, mais aussi bénéfique pour leur régulation physiologique (cœur et respiration) et leur croissance (alimentation et prise de poids), deux éléments critiques des soins intensifs néonataux. Cette supériorité du contact naturel sur la technique médicale n'a pas été une évidence immédiate pour les soignants, et il a fallu des années pour que la pratique se répande dans les autres pays, dont la France. Si les services proposent désormais ces temps de peau-à-peau aux parents, il reste à élucider les mécanismes par lesquels le toucher exerce son effet. De plus, le peau-à-peau ne représente qu'une proportion limitée du temps que le bébé passe à l'hôpital et ce dernier reste soumis à de nombreuses stimulation aversives et invasives qui ne peuvent pas être évitées. D'autres méthodes sont donc à penser pour donner du sens et une structure à l'environnement sensoriel global de ces bébés. Cela fait plusieurs années que je réfléchis à proposer aux parents de devenir les acteurs de mes recherches, en assurant eux-mêmes les caresses ou autres stimulations tactiles dans nos protocoles. Je crois qu'il y a dans le contact humain des propriétés que je ne reproduis pas actuellement et qui pourraient s'avérer déterminantes, notamment en termes de structure temporelle des contacts. La caresse produite par un humain est en effet, et ce n'est sans doute pas un hasard, modérément reproductible. La prévisibilité naturellement imparfaite des contacts humains serait-elle optimale pour l'apprentissage ? Des indices suggèrent que c'est le cas.

Des chercheurs qui travaillent sur les comportements de maternage (léchage, toiletteage, caresses) des rates ont observé que certaines rates sont plus tactiles que d'autres avec leurs ratons, et que les ratons dont la mère est plus tactile font preuve à l'âge adulte d'une meilleure régulation du stress, mais aussi de meilleures capacités d'apprentissage (Liu et al., 2000). Pour s'assurer que le lien entre comportements parentaux et cognition n'était pas génétique, ils ont croisé les portées, c'est-à-dire fait élever les ratons de mères peu tactiles par des mères très tactiles et inversement. Les résultats montrent sans conteste un effet direct d'un maternage tactile fréquent sur le développement cognitif des animaux. Je m'attelle donc maintenant à tenter de déterminer si, chez le bébé humain, des contacts tactiles idéalement structurés dans le temps – ni trop prévisibles, ni trop chaotiques – permettraient aux nouveau-nés prématurés de « baisser la garde » du mécanisme de protection mis en place contre l'environnement des soins intensifs pour récupérer un potentiel d'apprentissage dès le début de la vie, et, enfin, prévenir l'émergence troubles neurodéveloppementaux.

### ***Conclusion***

La perception du toucher, et de la régularité temporelle des contacts qui permet de les anticiper, est une fondation du développement cérébral sur laquelle s'appuient les autres compétences en construction. Chez les nouveau-nés prématurés, la prédiction de la sensation d'être touché est déjà présente mais semble altérée par la précocité de l'exposition à l'environnement extra-utérin qui entraînerait un mécanisme de défense contre le toucher. Ceci pourrait expliquer le développement cognitif atypique commun à l'ensemble des troubles neurodéveloppementaux tels que le trouble du spectre de l'autisme et le trouble de déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité. Proposer des contacts tactiles dont la structure temporelle correspond aux attentes du cerveau, c'est-à-dire modérément prévisibles, pourrait permettre de rétablir une perception du toucher mieux adaptée aux besoins d'apprentissage des enfants lorsqu'ils ne sont plus exposés aux soins intensifs.

Depuis longtemps les psychomotriciens et ergothérapeutes utilisent la remédiation par le toucher et divers supports tactiles pour encourager la sensorialité des enfants présentant des troubles de développement, et attribuent à ces activités des propriétés thérapeutiques. Toutefois, aucun mécanisme explicatif n'est identifié, et aucune étude scientifique n'a quantifié ces propriétés. Il est temps de donner aux praticiens des outils de compréhension de leur action de soin qui permettront d'améliorer les pratiques et de proposer des approches plus efficaces, plus tôt.

## ***Remerciements***

De nombreux collaborateurs contribuèrent à mon chemin scientifique et aux travaux que j'évoque dans ce texte. Je remercie tout particulièrement mes mentors Fabrice Wallois, Maria Angela Franceschini et Patricia Ellen Grant, ainsi que mes étudiantes Victoria Dumont, Marie Anquetil et Anne-Lise Marais. Toute ma gratitude va également aux équipes soignantes des services de Néonatalogie du Centre Hospitalier Universitaire d'Amiens, du Massachusetts General Hospital Boston, du Children's Hospital Boston et du Centre Hospitalier Universitaire de Caen, et à tous les parents et enfants ayant participé et encouragé notre travail.

## ***Références***

- Anquetil, M., Roche-Labarbe, N., & Rossi, S. (2022). Tactile sensory processing as a precursor of executive attention: Toward early detection of attention impairments and neurodevelopmental disorders. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 14(4), e1640. <https://doi.org/10.1002/wcs.1640>
- Dumont, V., Allam, M. D. E., Guillois, B., Zabalia, M., & Roche-Labarbe, N. (2018). La perception tactile et ses implications dans la prise en charge néonatale. *Revue de médecine périnatale*, 10(4), 184–190. <https://doi.org/10.3166/rmp-2018-0034>
- Dumont, V., Giovannella, M., Zuba, D., Clouard, R., Durduran, T., & Roche-Labarbe, N. (2022). Somatosensory prediction in the premature neonate brain. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 57, 101148. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2022.101148>
- Fifer, W. P., Byrd, D. L., Kaku, M., Eigsti, I.-M., Isler, J. R., Grose-Fifer, J., Tarullo, A. R., & Balsam, P. D. (2010). Newborn infants learn during sleep. *Proc Natl Acad Sci*, 107(22), 10320–10323. <https://doi.org/10.1073/pnas.1005061107/-/dcsupplemental>
- Lejeune, F., Audeoud, F., Marcus, L., Streri, A., Debillon, T., & Gentaz, E. (2010). The Manual Habituation and Discrimination of Shapes in Preterm Human Infants from 33 to 34+6 Post-Conceptional Age. *PLoS ONE*, 5(2), e9108. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0009108>

- Liu, D., Diorio, J., Day, J. C., Francis, D. D., & Meaney, M. J. (2000). Maternal care, hippocampal synaptogenesis and cognitive development in rats. *Nature Neuroscience*, 3(8), 799–806. <https://doi.org/10.1038/77702>
- Packheiser, J., Hartmann, H., Fredriksen, K., Gazzola, V., Keysers, C., & Michon, F. (2024). A systematic review and multivariate meta-analysis of the physical and mental health benefits of touch interventions. *Nature Human Behaviour*, 1–20. <https://doi.org/10.1038/s41562-024-01841-8>
- Pettersson, E., ter, H. A., Gillberg, C., & Lichtenstein, P. (2013). Different neurodevelopmental symptoms have a common genetic etiology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(12), 1356–1365. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12113>
- Roche-Labarbe, N., Fenoglio, A., Radhakrishnan, H., Kocienski-Filip, M., Carp, S. A., Dubb, J., Boas, D. A., Grant, P. E., & Franceschini, M. A. (2014). Somatosensory evoked changes in cerebral oxygen consumption measured non-invasively in premature neonates. *NeuroImage*, 85, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.01.035>
- Roche-Labarbe, N., Wallois, F., Ponchel, E., & Kongolo, G. (2007). Coupled oxygenation oscillation measured by NIRS and intermittent cerebral activation on EEG in premature infants. *NeuroImage*, 36(3), 718–727. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.04.002>
- Stiles, J., & Jernigan, T. L. (2010). The Basics of Brain Development. *Neuropsychology Review*, 20, 327–348. <https://doi.org/10.1007/s11065-010-9148-4>
- Torchin, H., Ancel, P. Y., Jarreau, P. H., & Gynécologie, F. G. J. de. (2015). Épidémiologie de la prématurité: prévalence, évolution, devenir des enfants. *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction*, 44(8), 723–731. <https://doi.org/10.1016/j.jgyn.2015.06.010>