

LE DEVELOPPEMENT DE LA SENSORIALITE FŒTALE

Marie-Claire Busnel et Anne Héron

Université Paris Descartes

Il convient d'abord de ressentir pour être : la sensorialité précède la connaissance et l'action.

Pour se développer harmonieusement, le fœtus humain suit le programme génétique hérité de ses parents et interagit *in utero* avec son environnement. Il reçoit ainsi des *informations* en provenance du milieu extérieur et du milieu intérieur, qui lui permettront d'être adapté à la vie qui sera la sienne après la naissance. Ces *informations* lui parviennent par l'intermédiaire des systèmes sensoriels spécialisés dans le traitement de signaux chimiques ou ondulatoires, qu'ils transforment en énergie électrique intégrable et interprétable par le cerveau.

Le développement des fonctions sensorielles suit une séquence temporelle bien définie qui concerne d'abord le système tactile responsable du toucher, puis, peu de temps après, les structures chimio-sensorielles nasale (olfaction) et orale (gustation), suivies des structures auditives, et enfin plus tardivement du système visuel¹.

La sensorialité du fœtus n'a pu être étudiée qu'au cours du dernier demi-siècle quand se sont développées les méthodes non invasives permettant de mesurer les réponses du fœtus à des stimuli extérieurs². Ainsi, ont été mises en évidence :

- une fonctionnalité précoce des systèmes sensoriels
- une influence de chaque système sensoriel sur le développement de la sensorialité globale (inter-sensorialité)
- une mémorisation des stimuli perçus, signe qu'un apprentissage sensoriel est possible chez le fœtus
- l'influence de ces sensations sur la vie affective de l'être après la naissance.

¹ Ils existent d'autres systèmes responsables du traitement sensitif de stimuli provenant de l'environnement extérieur ou du milieu intérieur, mais ils ne seront pas décrits ici (sensibilité intéroceptive provenant des viscères, système proprioceptif à l'origine de la régulation de la tension et de l'étirement des muscles squelettiques, système vestibulaire responsable de l'équilibre, etc.).

² Nous ne décrivons pas les protocoles expérimentaux qui ont permis les découvertes mentionnées. Pour en savoir plus, se reporter à l'article très bien documenté de Carolyn Granier-Deferre qui contient ces informations et toutes les références bibliographiques : Granier-Deferre et coll, 2004 « La psychologie du nourrisson » sous la direction de R. Lecuyer. Dunod eds., Paris.

La sensibilité tactile

Elle concerne toute réaction provoquée par un contact avec la peau, cette frontière entre l'espace interne du corps et son environnement.

La peau est, déjà au stade fœtal, pourvue d'un grand nombre de récepteurs sensoriels sensibles à la température ou à une pression, et est à l'origine des premiers contacts du fœtus avec ce qui l'entoure. Le nombre de récepteurs tactiles croît au cours de la gestation, se stabilise puis diminue lorsque la gestualité n'a plus assez de place pour s'exprimer.

In utero, le fœtus a de nombreuses occasions de stimuler ces récepteurs : au contact de la paroi de l'utérus ainsi qu'avec les différentes parties de son propre corps. L'échographie permet aussi d'observer qu'une pression sur l'abdomen, les mouvements de la mère ou ceux d'un éventuel jumeau, comme aussi certaines contractions utérines, peuvent engendrer des réponses motrices du fœtus.

Quelle que soit leur origine, ces mouvements structurent la maturation neuromusculaire permettant la coordination des mouvements, tandis que la maturation du système nerveux central organise ces mouvements en séquences. La motricité de tous les membres est capitale, car si l'un d'eux se trouve immobilisé, accidentellement ou expérimentalement, sa croissance en est fortement altérée et peut même, selon la durée et la période, rendre son fonctionnement ultérieur impossible en raison de la disparition de la projection nerveuse corticale dudit membre. La sensibilité tactile est donc indispensable au développement harmonieux du système moteur.

L'olfaction et la gustation

La réception chimio-sensorielle olfactivo-gustative dépend de trois organes périphériques : l'épithélium olfactif tapissant les fosses nasales, l'organe voméro-nasal (qui régresse en grande partie après la naissance) et la langue, porteuse des bourgeons gustatifs discriminant les 4 saveurs élémentaires (sucré, salé, acide et amer).

Au niveau gustatif, l'échographie montre que, même très jeune (entre 4 et 6 mois), le fœtus déglutit plus souvent si le liquide amniotique est plus sucré, alors qu'une salinité accrue ne provoque pas de réaction. La préférence pour le sucré, bien connue chez le nouveau-né, est donc déjà présente chez le fœtus.

Les enfants nés prématurément sont sensibles à des stimuli odorants à partir de 7 mois, et tous les fœtus sont capables de discriminer différentes odeurs au cours du 9^{ème} mois de la grossesse.

Les odeurs et les saveurs de certains aliments odorants ingérés par la mère sont non seulement détectés mais aussi mémorisés par le fœtus, et conditionne les préférences olfactivo-gustatives observées chez l'enfant après la naissance.

S'il est difficile de reconnaître des signes de préférence chez le fœtus, de nombreux tests effectués chez le bébé né prématuré de même âge gestationnel, donnent à penser

que de telles appétences existent également chez le fœtus (l'échographie permettant d'observer en fin de gestation des réponses semblant indiquer le plaisir ou le dégoût). Certains aliments, tels que l'ail ou le cumin, se retrouvent dans le liquide amniotique pendant la grossesse et dans le lait après la naissance. Les bébés de mères en ayant consommés en fin de grossesse les recherchent, alors que pour les autres bébés ces stimuli sont indifférents ou répulsifs. De même, les enfants de mères ayant mangé des carottes en fin de grossesse préfèrent à l'âge de 5-6 mois des céréales aromatisées avec cette saveur. Cette préférence pourrait se prolonger jusqu'à l'âge adulte mais n'a été expérimentalement démontrée que jusqu'à l'âge de 4 ans.

Ces résultats vont à l'encontre des croyances populaires qui interdisaient aux femmes enceintes l'ingestion de certains aliments, tels l'ail, sous prétexte qu'ils donnaient trop de goût au lait qui, disait-on, risquait alors d'être rejeté par le bébé.

Le bébé préfère ce qu'il reconnaît.

Le système auditif

La réponse du fœtus à une stimulation sonore est le plus souvent mesurée par la variabilité du rythme cardiaque fœtal accompagnée ou non de mouvements des membres. Cette réponse est fonction des caractéristiques physiques du stimulus.

Ainsi, des bruits intenses (avion, orchestre, marteau-piqueur) induisent des accélérations du rythme cardiaque et des mouvements. Ceux d'intensité moyenne (passage d'un camion, bruits familiers) provoquent des accélérations plus faibles, sans mouvement, ou des décélérations. Enfin les bruits faibles ou habituels (conversation, aspirateur, passage d'une voiture) proches en intensité du seuil d'audition fœtale, n'ont le plus souvent aucun effet ou stabilisent la variabilité du rythme.

Le fœtus s'habitue à des sons, même de forte intensité, à condition que sa mère n'en soit pas elle-même affectée. Ainsi, les nouveaux-nés dont les parents se sont installés près d'un aéroport en début de grossesse ne se réveillent pas au décollage et à l'atterrissage des avions. En revanche, ceux arrivés en fin de gestation ou après leur naissance se réveillent et pleurent dans ces mêmes conditions.

Lorsqu'il s'agit de parole, le fœtus est capable de différencier deux syllabes, phrases, locuteurs, langues, comptines ou morceaux musicaux.

Les capacités discriminatives du fœtus sont donc bien documentées, révélant un fonctionnement auditif efficace qui continuera de s'affiner durant les premières années post-natales. Par contre, il n'a pas encore été possible de mettre en évidence, de préférences.

Le nouveau-né, lui, peut indiquer qu'il préfère entendre un son plutôt que de rester dans le silence, que parmi les différents sons il préfère les voix, parmi les voix, les voix féminines, et parmi celles-ci la voix de sa mère. Il préfère aussi la langue parlée par sa mère à d'autres langues, ce qui indique non seulement qu'il discrimine les différents sons perçus *in utero*, mais aussi qu'il les reconnaît comme semblables à ceux qu'il entend depuis sa naissance. Cela révèle une continuité trans-natale des capacités auditives, le fœtus mémorisant et s'habituant aux sons les plus familiers, qu'il préfère entendre après sa naissance.

Le système visuel

Le développement neurosensoriel visuel dépend de stimuli neuronaux endogènes qui s'intensifient au 3^e trimestre de la vie fœtale, mais les stimulations exogènes sont également indispensables au processus visuel qui se déclenche à la naissance et se poursuit au cours des 5 premières années.

Si cette naissance est prématurée, il est essentiel d'assurer au bébé, dont les voies optiques sont anatomiquement prêtes à être modelées par les différents stimuli (forme, orientation, mouvement), un environnement visuel adapté et structuré. Dès les années 1950, de nombreux travaux sur l'animal (en particulier le chaton) ont montré que les synapses activées, durant la période post-natale, par les stimulations visuelles extérieures se développent et demeurent ensuite fonctionnelles, tandis que les synapses non activées s'atrophient et disparaissent. Ainsi, si le jeune chat est placé expérimentalement dans un environnement composé uniquement de lignes verticales, les neurones sensibles aux lignes horizontales disparaissent, le rendant, à vie, incapable de voir tout ce qui est horizontal et vice versa.

Il est donc important que la vision des enfants nés prématurément soit stimulée (sans excès), par des objets structurés et en mouvement. L'idéal est que des visages humains (ceux des parents notamment) soient présentés régulièrement aux bébés à une distance compatible avec leur pouvoir de focalisation (30 à 40 cm). Cela permet à ces bébés gardés en couveuse, et coupés prématurément des liens physiologiques avec leur mère, non seulement de structurer leur système visuel, mais aussi de retrouver l'environnement enveloppant qu'ils ont connu *in utero*.

Protection de l'organe visuel

Le réflexe pupillaire permet de réguler l'intensité lumineuse dont l'excès peut léser la rétine. Ce réflexe se développe vers 30 semaines, mais n'est stable qu'à partir de 34. Si l'éclairement *in utero* est faible, on sait cependant qu'une illumination brusque de l'abdomen maternel provoque, au cours du dernier trimestre de gestation, une réaction cardiaque. Le fœtus est donc sensible aux variations lumineuses même atténuées par la paroi abdominale.

Les organes sensoriels en formation étant très sensibles à l'intensité et à la structure des stimuli reçus, il est, là aussi, important de préserver l'enfant né prématurément d'un éclairage soudain, potentiellement destructeur tant que le réflexe pupillaire n'est pas mature.

Rythmes circadiens

La fonction visuelle est également responsable de l'établissement des rythmes circadiens.

Chez les femmes portant des vêtements, dans la pénombre utérine, la stimulation visuelle est réduite. Le rythme circadien ne s'établit donc qu'après la naissance. Mais il est probable qu'il se déclenche déjà *in utero* dans les régions du globe où les femmes vivent nues.

L'enfant prématuré doit bénéficier, dès la naissance, d'une alternance jour/nuit permettant l'organisation de rythmes circadiens normaux ainsi que la formation des structures du système nerveux qui ne peuvent s'établir que durant la phase obscure des cycles.

Ainsi, la vision, peu importante chez le fœtus *in utero*, est au contraire un des sens à surveiller en particulier dès la naissance, qu'elle soit prématurée ou non. Ceci en raison de la fragilité de l'organe en développement et de la plasticité des cellules du système visuel qui vont s'adapter aux divers types de stimuli reçus, et en raison du rôle joué par le système visuel sur l'établissement des rythmes circadiens.

Inter sensorialité

Le développement de chaque système sensoriel a été décrit séparément afin de connaître leur fonctionnement *in utero*. Mais le fœtus, le bébé comme l'adulte baigne dans un milieu physique complexe où les stimuli s'adressent à plusieurs sens, se mélangent ou se superposent en une globalité. S'il est malaisé de démontrer expérimentalement les capacités inter sensorielles du nouveau-né, celles du fœtus sont encore plus cachées. Cependant, grâce à l'imagerie cérébrale, on a découvert chez le fœtus animal, des zones corticales et sous-corticales précédemment attribuées à une seule modalité qui répondent en fait à des stimulations multi sensorielles. Ces structures ne se développent normalement que si elles sont activées à la fois par des stimulations d'origine visuelle et acoustique (ex : le colliculus supérieur impliqué dans l'attention et l'orientation spatiale, coordonne les mouvements de la tête et des yeux). Si l'une de ces modalités est absente, les structures sensorielles sont inhibées et disparaissent, en particulier durant la période dite critique qui est une période de grande vulnérabilité des organes en formation (de durée variable selon le système envisagé).

Au plan perceptif, certains scientifiques³ pensent que le nouveau-né (et à notre avis le fœtus plus encore) a un seuil intégratif global peu élevé, et que ce seuil inclut l'ensemble des perceptions sensorielles. Chaque modalité sensorielle interagit avec les autres et si l'une reçoit un stimulus très intense, la capacité globale à intégrer les autres se réduit. Par exemple : un bébé de 3 mois à qui l'on propose de regarder plusieurs tailles de boules brillantes, choisira la plus grosse. Si alors on fait entendre à l'enfant de la musique, il se détourne de la grosse boule pour en regarder une plus petite. Plus l'intensité de la musique augmente, plus le regard du bébé s'oriente vers des boules de taille de plus en plus petite. Il paraît donc que les jeunes organismes n'ont qu'une capacité globale à recevoir des stimulations sensorielles et qu'ils équilibrent entre elles

³ Schnierla, Turkewitz entre autres

les « entrées sensorielles » afin de ne pas être sur-stimulés. Le bon sens populaire l'avait déjà remarqué, affirmant qu'un bébé qui parle tôt marchera tard et vice versa, ou encore qu'il ne faut pas distraire un bébé qui se nourrit car il s'arrêtera de téter si un autre sujet attire son attention.

Des études récentes révèlent aussi un autre aspect : l'interférence des expériences inter sensorielles et l'élargissement comportemental qui l'accompagne.

Chez l'animal, comme chez le bébé humain, on sait que la diversification des aliments de la mère multiplie les choix gustatifs des jeunes. Plus globalement, on s'est aperçu aussi que les jeunes dont la mère a eu une alimentation variée, sont, après la naissance, moins effrayés d'aborder des situations nouvelles ; ces enfants se révèlent entreprenants et audacieux du point de vue gustatif mais aussi explorent leur environnement avec facilité, sont en confiance avec l'autre et attirés par la nouveauté. Ainsi la stimulation de nombreux récepteurs gustatifs différents permet le développement de capacités comportementales diversifiées.

En période post-natale, on sait déjà que l'interdépendance sensorielle joue un rôle dans le développement corporel du jeune et que la stimulation de plusieurs sens est nécessaire à l'apparition de certains comportements. Il reste cependant encore beaucoup à découvrir dans ce domaine tant au plan du fonctionnement global de la sensorialité qu'à celui de l'influence des systèmes sensoriels sur le développement de la motricité et de la cognition.

Mémorisation des perceptions sensorielles

Malgré l'immaturation du cortex cérébral, les perceptions prénatales peuvent être mémorisées et on remarque, dès la naissance, une préférence pour l'objet de ces perceptions.

Ainsi, à l'audition d'une comptine lue répétitivement durant 6 semaines, le fœtus en fin de gestation réagit par une décélération du rythme cardiaque, alors que la lecture d'une comptine nouvelle entraîne une accélération. Le fœtus reconnaît donc la comptine déjà lue, probablement par la prosodie propre à chacune.

Encore présente à la naissance, on ignore la durée de cette mémorisation au cours de la vie, quoiqu'elle ait été démontrée durant les trois premières années. Elle se traduit par une préférence du nouveau-né pour les sons, odeurs ou saveurs perçus *in utero*, si la période de gestation a été stable et sans traumatisme ; elle se traduit par des manifestations de peur et/ou de rejet, si, au contraire, mère ou fœtus a subi des inconforts, des stress ou des violences.

Par exemple, l'audition de battements cardiaques adultes sécurise et calme l'enfant prématuré s'il est agité. En revanche, si sa mère a subi un incident traumatique pendant la grossesse, à l'audition de ce stimulus, l'enfant indique son inconfort par des pleurs, une agitation ou un comportement de retrait. De même, si le rythme des

battements entendus est plus rapide ou plus lent que celui de sa mère, l'enfant s'agite ou pleure.

Ainsi, la perception et la reconnaissance des rythmes est mémorisée par le fœtus, que ceux-ci soient sonores, moteurs (rythme de la marche maternelle), tactiles (caresses) et même visuels (alternance du jour et de la nuit si la mère est dévêtue). Mémorisées, ces perceptions influencent les préférences post-natales du bébé, le préparant à reconnaître son environnement et à s'y adapter.

Vie affective

Dès la naissance, le bébé discrimine l'expression de certaines émotions telles que la peur, la joie et la tristesse. A l'écoute d'une voix de comédienne déclamant une même phrase avec ces trois composantes, le bébé préférera l'expression joyeuse ! On pense qu'il associe ton de la voix et émotion, grâce aux fluctuations de l'intonation accompagnant les modifications de la physiologie maternelle liées à ses émotions (rythmes, flux hormonaux, tonus musculaire ...).

Cette capacité à mémoriser les sensations et à reconnaître les émotions, voire les sentiments, donne au fœtus les premiers outils qui permettront l'établissement d'une relation affective entre le nouveau-né et les êtres susceptibles d'assurer sa survie. Le petit mammifère, comme le nouveau-né humain, ne pouvant survivre que si l'on pourvoit à ses besoins élémentaires, il est essentiel qu'il puisse s'attacher à ceux qui sont chargés de cette tâche, mais aussi que l'on s'attache à lui. La sensorialité participe de manière prépondérante à ce processus.

L'attachement du bébé, dont Bowlby a été le grand révélateur, s'apparente à l'empreinte décrite chez l'animal par Konrad Lorenz (le jeune animal s'attache instantanément à ce qu'il perçoit durant les premiers instants suivant sa naissance). Contrairement à l'attachement qui évolue au cours de la petite enfance en fonction des comportements relationnels parents-jeunes notamment, l'empreinte est rapide et durable. La mère étant habituellement le premier contact du jeune, l'empreinte déclenche les premiers liens parents-jeunes. Si, par un procédé expérimental, on détourne l'attention du nouveau-né sur un récipiendaire autre que la mère, il s'y attachera aussitôt (Konrad Lorenz fut ainsi le parent de nombreux oisillons). L'empreinte est préparée par la mémorisation des perceptions prénatales.

Chez l'humain, seule la notion d'attachement est acceptée. Très contestée, celle d'empreinte semble cependant devoir exister, quoique son déterminisme soit moins rigidement inscrit que dans le règne animal. En effet, si l'instinct de survie reste basique, il est transcendé chez l'humain par le taux d'affectivité, que Stern appelle « l'accrochage affectif ». Il n'en demeure pas moins que, empreinte ou non, le moment privilégié pour que l'attachement se développe harmonieusement est celui du premier contact sensoriel du bébé avec la vie extérieure : le premier regard qu'il pourra échanger, la première odeur qu'il va sentir, le premier contact corporel. Cette sensation va s'imprimer avec l'intensité unique de « chaque première fois » pour le bébé comme pour la mère.

L'intensité du premier échange de regard entre le nouveau-né et sa mère devrait être favorisée, même si la relation affective se met en place sur une plus longue période et que des remaniements postérieurs sont évidemment possibles de par la plasticité comportementale des tous petits.

Conclusion

Après avoir longtemps pensé que le fœtus était un organisme physiologique sans perception, il ne faudrait pas maintenant croire qu'il a déjà toutes les capacités de l'adulte. Il convient de considérer que les réactions fœtales décrites ici, demandent une intensité de stimulation supérieure à celle nécessaire chez l'enfant pour un résultat similaire, que le temps de latence de la réaction (durée entre stimulation et réponse) est chez le fœtus 2 ou 3 fois plus long que chez le nouveau-né. De plus, la capacité sensorielle globale d'un fœtus est restreinte. Ainsi, si un sens est trop stimulé, c'est au détriment des autres.

Nous ignorons encore les limites de la réceptivité fœtale, et son intégration centrale, car notre capacité à interroger le fœtus et à comprendre le sens de ses réactions reste embryonnaire. Cependant, on sait que le développement de chaque système sensoriel passe par des phases au cours desquelles les organes affinent leurs capacités perceptives tout en diminuant leur temps de latence, puis autour de la naissance, améliorent leur acuité. Enfin, chaque système atteint sa maturité et trouve son équilibre par rapport aux autres voies sensorielles. Ainsi le bébé ne naît pas mature et son système nerveux continue à se construire pendant plusieurs années, en fonctions des stimulations reçues.

Le fœtus, comme le nouveau-né, perçoit donc le monde au travers de sa sensorialité et non pas de son intellect, qui lui, se construira progressivement par l'apprentissage.

La sensorialité, dès la période fœtale, a ainsi trois rôles prédominants :

- permettre au fœtus une pré-connaissance de son futur environnement
- moduler le développement de son système nerveux
- lui donner des repères qui favoriseront la relation avec les êtres qui l'entourent.

On a longtemps cru que le corps maternel était un filtre important préservant le fœtus de toutes stimulations excessives. Ces notions ont évolué. On sait maintenant, non seulement que les stimulations extérieures sont présentes avec peu de déformations *in utero*, mais aussi que chaque type de stimulations prépare les capacités perceptives qui traiteront les indices sensoriels pertinents pour le bébé (finesse de l'acuité, pouvoir discriminant). Il en sera de même pour les sensations encore inconnues auxquelles il sera confronté à la naissance, telles que voir, toucher, être touché, ressentir l'air, la lumière, les variations thermiques et la faim.

On sait aussi que les stimulations perçues au cours de la vie intra-utérine participent au modelage structurel et fonctionnel du système nerveux. Un système trop ou trop peu stimulé peut être perturbé ou inhibé dans son développement. Ceci souligne

l'importance de préserver la mère, ainsi que le bébé prématuré, de stimulations excessives, insuffisantes ou déformées, qui pourraient influencer le développement des structures sensorielles concernées.

Chaque organe est spécialisé et répond à des stimuli spécifiques, il est donc légitime de dire que le fœtus goûte, sent... Mais des liens existent aussi entre les différents systèmes sensoriels intégrés simultanément au niveau cérébral, d'où l'importance de ne pas dépasser les seuils perceptifs.

Il est peu probable que le fœtus ait conscience de ses réactions ou qu'il les associe à des événements. Il est plus vraisemblable qu'il détecte passivement les composants de son environnement, que cette perception permette aux différents systèmes sensoriels d'affiner leurs structures et leurs fonctionnements et qu'ainsi l'environnement crée une trace mnésique chez le fœtus, trace qui prendra sens après la naissance lorsque les sensations et leur objet pourront être associés.

C'est par cette habitude prénatale aux stimulations de l'environnement que se développent les préférences de la petite enfance pour certaines sonorités et certains mouvements, les appétences gustatives et olfactives, c'est ainsi aussi que se prépare la relation affective au monde et l'apprentissage du langage.

Le fœtus en fin de gestation est un bébé à naître, déjà doté, quoique sous une forme encore immature, de capacités sensorielles et d'aptitudes relationnelles qui, stimulées harmonieusement, participent favorablement à son développement.