

UNIVERSITE DE POITIERS
Faculté de médecine et de pharmacie
Ecole d'orthophonie

Année 2012-2013

MEMOIRE
en vue de l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie
présenté par

Pauline JAUSAS

**PRISE EN CHARGE ORTHOPHONIQUE DE LA DEGLUTITION
ATYPIQUE PAR LA METHODE PADOVAN®.
QUELLES CRITIQUES ?**

Directeur(s) du mémoire : Docteur Marianne LARDIT, Chirurgien-dentiste
Madame Anna MESSINE, Orthophoniste

Membres du jury : Madame Marie-Hélène ROSSI, Orthophoniste
Docteur Marianne LARDIT, Chirurgien-dentiste
Madame Anna MESSINE, Orthophoniste

Lieu et date de Soutenance
Poitiers, le 12 juillet 2013

REMERCIEMENTS

Pour commencer, je voudrais adresser un immense merci à Marianne Lardit et Anna Messine qui ont accepté de m'encadrer tout au long de cette année. Merci de m'avoir accordé votre confiance et d'avoir su si bien allier liberté et soutien dans la rédaction de ce mémoire. J'ai particulièrement apprécié votre disponibilité sans limite et votre optimisme communicatif.

Je tiens également à remercier l'ensemble de mes maîtres de stage qui, au cours de ces quatre années d'études, m'ont transmis leurs savoirs, leurs savoir-faire et même leur savoir-être avec tant de générosité, de sérieux, d'enthousiasme et de sympathie. Grâce à chacune d'entre elles et à leur expérience, ma formation a pu largement être enrichie dans ses aspects théoriques, pratiques et humains.

Je remercie particulièrement Marie-Hélène Rossi de m'avoir fait l'honneur de participer à mon jury de soutenance.

Merci à ma famille pour tout ce que vous avez fait jusqu'à ce jour, sans vous je ne suis rien. En particulier, merci à mes parents, pour le soutien moral et financier, merci à vous d'être toujours à mes côtés quoi qu'il arrive. Je vous aime.

Merci à mes ami(e)s de toujours, qui se reconnaîtront sans que je n'aie besoin de les citer individuellement, ceux et celles qu'on peut compter sur les doigts des deux mains mais sur qui je peux toujours compter. Merci pour votre soutien sans faille, je suis tellement chanceuse de partager ma vie avec vous depuis toutes ces années.

Merci à mes camarades de la promotion Van Gogh pour m'avoir supportée pendant ces quatre années, merci de m'avoir fait rire, de m'avoir soutenue, de m'avoir écoutée dans les bons comme dans les mauvais moments. Merci à vous d'avoir tant contribué à mon bien-être en terre pictave.

Je ne saurais terminer ces remerciements sans avoir quelques mots pour les deux patientes qui m'ont permis d'illustrer cette étude et sans qui ce mémoire n'aurait pu être ce qu'il est. Merci également à leurs parents pour leur compréhension et leur disponibilité.

A Tatou...

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
--------------	---

PARTIE THEORIQUE	3
------------------	---

Chapitre 1 : Le développement de l'enfant, du fœtus aux premières années de vie	4
---	---

1. Le développement du système nerveux	4
1.1. L'embryogénèse	4
1.2. La maturation cérébrale postnatale	4
2. La maturation des fonctions orales	5
2.1. Genèse de l'oralité	6
2.2. La respiration	6
2.3. La succion	7
2.4. La mastication	8
2.5. La déglutition	9
2.6. La parole	9
3. Le développement psychomoteur	10
3.1. Les grandes lois du développement psychomoteur	10
3.2. L'évolution motrice menant à la locomotion	10
3.3. L'évolution visuo-motrice	12
3.4. L'évolution de la préhension	12

Chapitre 2 : L'organisation du système nerveux	13
--	----

1. Le trajet de l'information	13
1.1. Le neurone et la synapse	13
1.2. Les afférences sensorielles et les efférences motrices	13
1.3. Les voies pyramidales et extrapyramidales	14
1.4. La plasticité cérébrale	14
1.5. Les nerfs crâniens	15
2. Le contrôle moteur	16
2.1. La commande musculaire	16
2.2. Les cartes motrices	17
2.3. La posture et la locomotion	18
2.4. Les neurones « miroirs »	18
3. Le traitement sensoriel	19
3.1. La somesthésie	20
3.1.1. La sensibilité tactile	20
3.1.2. La proprioception	20
3.2. La vision	21
3.2.1. L'anatomie de l'œil	21
3.2.2. La mobilité de l'œil	22
3.2.3. Les voies visuelles centrales	22

3.3.	L'odorat	23
3.4.	L'audition	23
3.4.1.	L'anatomie de l'oreille	23
3.4.2.	Les voies auditives centrales	24
3.5.	L'équilibre	24
4.	Le système nerveux autonome (végétatif)	25
4.1.	Le système sympathique	26
4.2.	Le système parasympathique	26

Chapitre 3 : Les grandes fonctions orales arrivées à maturation _____ 27

1.	La respiration	27
1.1.	Les structures anatomiques impliquées	27
1.1.1.	Le nez	27
1.1.2.	Le diaphragme	27
1.2.	La physiologie de la fonction	28
1.3.	Les mécanismes et les conséquences d'une dysfonction	28
1.3.1.	La respiration buccale	28
1.3.2.	La position de repos	29
1.3.3.	La mauvaise posture	30
2.	La mastication	32
2.1.	Les structures anatomiques impliquées	32
2.1.1.	Les dents	32
2.1.2.	Le maxillaire	32
2.1.3.	La mandibule	33
2.1.4.	L'articulation temporo-mandibulaire (ATM)	33
2.2.	La physiologie de la fonction	34
2.3.	Les mécanismes et les conséquences d'une dysfonction	35
3.	La déglutition	35
3.1.	Les principales structures anatomiques impliquées	35
3.1.1.	La langue	35
3.1.2.	Le pharynx	37
3.1.3.	Le voile du palais	37
3.1.4.	Le larynx	37
3.2.	La physiologie de la fonction	38
3.3.	Les mécanismes de la dysfonction	39
3.3.1.	La langue	39
3.3.2.	Les lèvres	40
3.4.	Les conséquences d'une dysfonction	40
3.4.1.	Les déformations de l'articulé dentaire	40
3.4.2.	Les troubles articulaires	41
4.	L'articulation	41
4.1.	Les structures anatomiques impliquées	41
4.2.	La physiologie de la fonction	41
4.3.	Les mécanismes de la dysfonction	42
4.4.	Les conséquences d'une dysfonction	43

Chapitre 4 : La réorganisation neuro-fonctionnelle ou méthode Padovan® _____ 44

1.	L'historique	44
2.	L'interdépendance marcher/parler/penser	45

2.1.	Les travaux de Steiner	45
2.2.	Le rapprochement avec les théories de Piaget	48
3.	<i>L'organisation neurologique selon Temple Fay et son équipe</i>	49
3.1.	L'acquisition de la marche et la naissance de la méthode Doman	49
3.2.	La neuro-évolution	49
3.3.	Les mouvements neuro-évolutifs	51
3.3.1.	La marche (déplacements)	51
3.3.2.	Les mains (bras)	51
3.3.3.	Les yeux	51
3.3.4.	La bouche	52
3.3.5.	Les mouvements végétatifs	52
4.	<i>Les grands principes de la RNF</i>	53

PARTIE PRATIQUE **54**

Problématique et hypothèses **55**

Protocole expérimental **57**

1.	<i>La population</i>	57
1.1.	Les critères d'éligibilité	57
1.2.	La population choisie	57
2.	<i>Le matériel</i>	58
2.1.	Les bilans	58
2.2.	Le déroulement d'une séance de réorganisation neuro-fonctionnelle (RNF)	58
2.2.1.	Les exercices corporels	59
2.2.2.	Les exercices des mains	64
2.2.3.	Les exercices des yeux	65
2.2.4.	Les exercices de la bouche	66

Cas Cliniques **70**

1.	<i>Les bilans initiaux</i>	70
1.1.	Charlène	70
1.1.1.	Les éléments d'anamnèse	70
1.1.2.	L'examen clinique	71
1.1.3.	L'examen orthodontique	72
1.2.	Marie	72
1.2.1.	Les éléments d'anamnèse	72
1.2.2.	L'examen clinique	73
1.2.3.	L'examen orthodontique	74
2.	<i>L'évolution de la rééducation au fil des séances</i>	75
2.1.	La séquence corporelle	75
2.2.	La séquence des mains	78
2.3.	La séquence des yeux	78
2.4.	La séquence de la bouche	79
3.	<i>Les bilans d'évolution</i>	82

3.1.	Charlène	82
3.1.1.	L'examen clinique	82
3.1.2.	L'examen orthodontique	83
3.2.	Marie	84
3.2.1.	L'examen clinique	84
3.2.2.	L'examen orthodontique	85
DISCUSSION & CRITIQUES		86
Discussion		87
1.	<i>Les principaux résultats</i>	87
2.	<i>Les limites et les contraintes de l'étude</i>	89
3.	<i>Les perspectives orthophoniques</i>	91
Critiques		92
1.	<i>La formation Padovan®</i>	92
2.	<i>La méthode</i>	93
3.	<i>Le patient</i>	94
4.	<i>Le thérapeute Padovan®</i>	95
5.	<i>L'application à la rééducation de déglutition atypique</i>	96
CONCLUSION		97
BIBLIOGRAPHIE		98
ANNEXES		100

INTRODUCTION

Déglutir. Un acte qui paraît simple, anodin, et que l'on réalise plus de 2000 fois par jour, y compris dans notre sommeil, sans y réfléchir une seule seconde. Pourtant, il s'agit là d'une action neuromusculaire complexe, vitale pour l'organisme et dont la mauvaise réalisation peut avoir de lourdes conséquences sur le corps tout entier.

Le caractère involontaire et inconscient de cette fonction m'a interrogée quant à la rééducation orthophonique traditionnelle d'une déglutition atypique. En effet, il est généralement question de conscientiser la position des organes buccaux lors de la déglutition afin de pouvoir la modifier. Le coût cognitif me semble non négligeable. Comment demander à des patients, qui sont généralement des enfants ou des adolescents, de prêter attention, plus d'une dizaine de milliers de fois par semaine, à la façon de placer leur langue lors d'un acte qui se fait, en temps normal, de manière automatique et inconsciente ?

Par ailleurs, dans les Hautes-Pyrénées (65), mon département natal, nombre d'orthophonistes sont formés à la méthode Padovan®, autrement appelée réorganisation neuro-fonctionnelle (RNF). Les rencontres que j'ai pu faire avec certains d'entre eux ont éveillé ma curiosité avant même mon entrée en école d'orthophonie. C'est ainsi qu'il m'a semblé intéressant pour mon mémoire de fin d'études de me plonger dans l'observation plus approfondie de cette thérapie, décrite par certains et incontournable pour d'autres. J'ai voulu décrire, dans mon travail, les fondements théoriques de la méthode Padovan®, avant de proposer l'étude de deux cas cliniques afin de pouvoir mesurer les effets de ce type de rééducation. Mon choix s'est porté sur une rééducation de déglutition atypique, précisément pour les raisons évoquées plus haut. En effet, en RNF, le symptôme a une place toute particulière et n'est jamais mis au premier plan. A aucun moment il n'est question de passer par le cognitif pour réaliser cet acte en donnant, par exemple, des consignes sur la manière correcte de déglutir. On cherche simplement, en repassant par les étapes naturelles du développement, à faire ressurgir un schème correct de la fonction.

Sans avoir la prétention de faire une présentation exhaustive, je dirai simplement que la méthode Padovan® est intrinsèquement liée au développement général de l'être humain. Ainsi, au cours de chaque séance de rééducation sont récapitulés des mouvements neuro-évolutifs, normalement exécutés dans l'enfance tant au niveau corporel, visuel, manuel ou

buccal. Par différentes stimulations, l'objectif est de procéder à une réorganisation du système nerveux. C'est ainsi que tous les exercices sont réalisés au son de poèmes ou de chansons qui, en plus de stimuler le système auditif, participent à une meilleure intégration cérébrale en apportant du rythme aux mouvements et fournissent les supports cognitif et langagier indispensables à notre condition d'être parlant.

En premier lieu, dans une partie théorique, j'exposerai les différentes étapes du développement de l'enfant et je présenterai quelques éléments neurologiques avant de décrire la mise en place historique et les soubassements de la méthode Padovan®. Dans un deuxième temps seront détaillées la physiologie des grandes fonctions orales en lien direct avec la déglutition, ainsi que leurs possibles dysfonctions et leurs conséquences.

Enfin, dans une partie pratique, seront relatés les comptes rendus des observations faites durant six mois, sur deux patientes depuis le diagnostic initial jusqu'au bilan d'évolution en détaillant le suivi rééducatif.

PARTIE THEORIQUE

Chapitre 1 : Le développement de l'enfant, du fœtus aux premières années de vie

1. Le développement du système nerveux

1.1. L'embryogénèse

Le système nerveux se met en place dès l'embryogénèse. Grâce au processus de gastrulation¹, les trois axes fondamentaux du corps, à savoir l'axe dorso-ventral, l'axe antéropostérieur et l'axe médio-latéral, se différencient. A la fin de ce processus, trois feuillets cellulaires voient le jour : l'ectoderme, le mésoderme et l'endoderme. La corde dorsale se crée et détermine l'axe médian de l'embryon. L'ectoderme situé juste au-dessus de cette corde, alors nommé le neurectoderme, formera plus tard le système nerveux par un processus dit de neurulation amenant la différenciation des cellules ectodermiques en cellules nerveuses. Le neurectoderme prendra alors la forme d'une sorte de colonne qui sera d'abord appelée plaque neurale, puis tube neural, avant de devenir le cerveau et la moelle épinière (ANNEXE 1).

1.2. La maturation cérébrale postnatale

Il est important de ne pas confondre développement cérébral et plasticité. Si la plasticité est possible toute la vie, le développement cérébral, lui, se fait pendant un temps déterminé. A ce sujet, Patricia Arlin (1975), cité par Trocmé-Fabre (1987), a montré, dans une étude portant sur des étudiantes de dix-neuf à vingt et un ans, que le développement cérébral se prolongeait même après l'adolescence. Celui-ci dépend de plusieurs facteurs :

- Les synapses : à la naissance, le nourrisson possède la totalité du capital de neurones, et même davantage puisqu'on assiste, pendant les six premiers mois de vie, à un phénomène naturel de mort neuronale. Une fois les neurones mis en place, les cônes de croissance situés aux extrémités des axones établissent des cibles synaptiques privilégiées, au détriment d'autres connexions. Ainsi, des réseaux nerveux efficaces sont constitués pour la réalisation correcte de comportements et de fonctions qui vont pouvoir se complexifier au fil du temps. Le câblage synaptique n'est pas figé pour autant. Donald O. Hebb, cité par

¹ La gastrulation correspond à un repliement d'une partie de la paroi de l'œuf fécondé.

Jeannerod (2005, p.63), a affirmé en 1940 que « *les synapses du cerveau sont façonnées par un processus de croissance qui dépend du taux d'informations qui les traverse* ». Ceci explique le modelage progressif du cerveau sous l'influence de l'expérience de l'individu et de ses interactions avec le monde extérieur. Tout nouvel apprentissage stabilisé suscite l'apparition de voies neurologiques qui, devenant de plus en plus longues et efficaces, se muent en circuits de plus en plus larges et étendus. Hannaford (1998) explique, à ce sujet, que « *les groupes de neurones forment des schémas de communication qui deviennent des routes, et, à l'usage, de super-autoroutes, grâce auxquelles il nous est facile d'avoir accès au monde et d'agir sur celui-ci* » (p.24).

- La myélinisation : elle correspond à l'isolation des fibres nerveuses, grâce à la formation d'une gaine, dans un but d'économie et de rapidité dans la conduction des messages nerveux. Ce processus commence dès le huitième mois de grossesse et se poursuit jusqu'à l'âge adulte. Il affecte progressivement les aires primaires puis associatives et touche, en dernier lieu, le cortex frontal. Selon Hannaford (1998) « *si les neurones sont activés de façon répétée, le dépôt de myéline augmente. Plus il y a de myéline, plus la transmission est rapide* » (p.27).

- Le sens : d'après les travaux de Yakovlev et Lecours (1967), cités par Trocmé-Fabre (1987), le développement du système cérébral se fait du bas vers le haut. La moelle épinière arrive ainsi à maturation avant le cerveau. De même, les unités sous-corticales sont formées avant les couches corticales. Enfin, les lobes frontaux sont les derniers à être mûrs et continuent de se développer jusqu'à l'âge adulte. Paul La Violette (1979), cité par Trocmé-Fabre (1987), démontre d'ailleurs, quelques années plus tard, que le processus de base de notre fonctionnement cérébral est également de type « bottom-up », du limbique vers le cortical. Henri Laborit (1981), cité par Trocmé-Fabre (1987), confirme cette hypothèse en indiquant que les informations sensorielles transitent systématiquement par le système limbique avant d'atteindre le néo-cortex, sauf bien entendu dans le cas de réponses réflexes.

2. La maturation des fonctions orales

« *La bouche est un organe clé de la construction neuro-développementale, corporelle et psychique de l'enfant* » Abadie, citée par Thibault (préface, 2007).

2.1. Genèse de l'oralité

Les toutes premières séquences motrices de l'embryon se déroulent au niveau de la sphère orale. Les afférences sensorielles de cette sphère se font nombreuses et le tronc cérébral qui les reçoit émet à son tour quelques efférences motrices. Les prémices de l'oralité sont marquées par le réflexe de Hooker, vers la dixième semaine, qui permet à l'embryon de devenir fœtus : la main, en touchant les lèvres, provoque l'ouverture buccale et la sortie de la langue qui va alors entrer en contact avec la main. C'est là le premier réflexe d'exploration corporelle.

Le nouveau-né possède de nombreuses possibilités d'actions réflexes, coordonnées par le tronc cérébral. C'est notamment le cas du couple succion-déglutition. A ce stade du développement, oralités verbale et alimentaire sont intimement liées, toutes deux sous le contrôle des mêmes localisations neuro-anatomiques (Thibault, 2007).

2.2. La respiration

Le diaphragme et les poumons du fœtus se synchronisent in utero, dès la douzième semaine. A la naissance, la ventilation se fait exclusivement par le nez. Ainsi, les récepteurs nerveux situés dans les fosses nasales envoient des informations concernant l'air inspiré (pureté, humidité...) aux centres vitaux. La respiration buccale n'est possible que vers le troisième mois de vie du nourrisson. Elle se met généralement en place de manière temporaire, en raison d'une obstruction nasale, comme en cas de rhume par exemple, empêchant le passage de l'air par le nez. Cependant, ce mode de respiration forcé utilise un trajet plus court et plus direct jusqu'aux poumons. Il se peut alors que l'enfant, à la fin de l'affection passagère, ne reprenne pas une respiration physiologique nasale et demeure un respirateur buccal. Dans ce cas, il n'y aura plus d'excitation des terminaisons nerveuses nasales, ni de contrôle de l'amplitude respiratoire. Les fosses nasales s'en trouveront atrophiées, ce qui aura des répercussions sur le maxillaire puisqu'elles en représentent la partie supérieure (Planas & Petrovic, 2006).

Lors de l'allaitement, l'enfant se doit d'adopter une respiration nasale afin de garder le mamelon de sa mère en bouche. Une précision toutefois, le biberon n'impose pas de tension musculaire aussi importante et peut avoir tendance à favoriser la respiration buccale tout en réduisant les stimuli fonctionnels.

2.3. La succion

Chez l'homme, la succion est la plus ancienne et la plus précoce des fonctions. Elle est capitale dans le développement de la déglutition et permet, par son activité motrice, une bonne croissance de la cavité buccale.

Le couple succion-déglutition commence à être entraîné in utero, sous la direction des noyaux moteurs du tronc cérébral. A la naissance, l'oralité alimentaire, dite primaire, sera assurée par ces deux fonctions. Comme nous l'avons vu dans le paragraphe précédent, la succion implique la seule utilisation d'une ventilation nasale pendant la tétée afin que le nouveau-né puisse conserver le mamelon ou la tétine en bouche. Ceci renforce la respiration nasale pendant et en dehors de la prise alimentaire. De plus, le maintien en bouche oblige à mordre, à conserver une occlusion labiale et à mettre en place des mouvements mandibulaires antéropostérieurs. Ceux-ci vont renforcer les muscles (masséters, temporaux et ptérygoïdiens principalement) qui serviront plus tard à une mastication efficiente. Aussi, Clauzade et Marty (1998) précisent que « *le mécanisme de succion-déglutition est justifié par l'écoulement salivaire et permet sa résorption* » (p.50). Le couple succion-déglutition n'est donc pas aboli avec l'arrivée de la mastication mais persiste à l'âge adulte.

La succion se traduit d'abord par la protrusion des lèvres et de la langue en vue de se diriger vers le stimulus. Ensuite, les lèvres se referment afin d'assurer une étanchéité parfaite. La langue se creuse, ses bords latéraux étant alors relevés, avant d'entamer les mouvements d'avant vers l'arrière. Après deux ou trois mouvements, le nourrisson s'arrête et la respiration est inhibée. La langue, en position postérieure, va aisément permettre une déglutition sans relâchement de la pression labiale après quoi une reprise inspiratoire nasale va s'opérer. Chez le nouveau-né, la langue et les joues occupent un espace important dans la cavité buccale. Le larynx est en position haute et le voile du palais est suffisamment long pour entrer en contact avec l'épiglotte lors de la déglutition, garantissant ainsi la protection des voies respiratoires. La coordination entre les fonctions de succion, déglutition et ventilation se doit d'être parfaite. Aussi, Lejoyeux (2007) ajoute que « *les nouveau-nés avalent de manière rythmique entre les respirations* » (p.66).

Les nerfs crâniens et les muscles mobilisés lors de cette première forme d'oralité alimentaire sont les suivants (ANNEXE 2) :

LES CARACTERISTIQUES DE LA SUCCION	LES MUSCLES ET NERFS EN JEU
L'étanchéité labiale	Les muscles peauciers, les péribuccaux et l'orbiculaire des lèvres ; nerf facial (VII)
La protraction linguale	Le transverse et le génio-glosse, Le mylo-hyoïdien contribue avec le stylo-hyoïdien et les sous-hyoïdiens à fixer l'os hyoïde ; nerf hypoglosse (XII)
La rétraction linguale associée à l'abaissement mandibulaire	Le digastrique et le génio-hyoïdien ; nerf trijumeau (V)
Le déclenchement de la déglutition et la coordination avec la respiration	Nerfs glosso-pharyngien (IX) et vague (X)

La vraie succion correspond au sucking, autrement dit, à des mouvements linguaux du haut vers le bas, accompagnés de mouvements mandibulaires, possibles uniquement si la force musculaire est suffisante. Celle-ci est opposée au suckling, premiers schémas moteurs traduits par des mouvements antéropostérieurs de la langue. Ces deux étapes cohabitent dans la première année de vie et sont le garant de la capacité de manipulation et de préparation du bol alimentaire (Thibault, 2007).

2.4. La mastication

L'appareil masticateur se compose de la mandibule et du maxillaire. La mandibule est divisée en deux héli-arcades, une droite et une gauche, possédant deux voies efférentes et afférentes clairement différenciées. Le maxillaire a, quant à lui, une origine embryonnaire triple. Il est issu des deux bourgeons maxillaires et du bourgeon prémaxillaire. Ces trois voies sont indépendantes pour l'information nerveuse et correspondent aux deux secteurs latéraux, molaires et prémolaires, et au secteur central incisif (Planas & Petrovic, 2006).

A la naissance, les mouvements antéropostérieurs de la succion établissent les premières stimulations de l'articulation temporo-mandibulaire. Dès lors que l'enfant commence à mastiquer, autrement dit, dès l'apparition des incisives lactéales, les mouvements de la mandibule se différencient. Toutefois, cette praxie de mastication n'est pas encore l'égale de celle qui dominera au cours de la deuxième année. En effet, ce n'est qu'entre quinze et dix-huit mois que la langue, plus musclée, peut se mouvoir dans toutes les directions. Quant à la mandibule, elle est désormais apte à assumer des mouvements de diduction.

2.5. La déglutition

Vers le sixième mois de vie du nourrisson, l'oralité secondaire s'opère par le passage à la cuillère. Loin d'être un passage brutal, les deux oralités coexistent pendant plusieurs mois. Les structures anatomiques sont peu à peu modifiées : le larynx prend une position plus basse grâce à l'allongement du cou ; la cavité buccale croît laissant plus d'espace à la langue ; le voile du palais ne parvient plus à toucher l'épiglotte pendant la déglutition et doit donc se relever afin de protéger le naso-pharynx. Si dans les premiers mois de vie, la langue du nourrisson est en position horizontale dans la bouche et laisse apparaître son apex entre les lèvres, l'appropriation de la position assise, entre trois et huit mois, entraîne un recul de la langue dans la bouche qui commence à monter au palais. Elle repère sa future position de repos grâce à des pressions répétées sur le palais dur. En effet, selon Thibault (2007), la posture, la vision et la préhension manuelle se construisent conjointement à la position de la langue et l'influencent inévitablement.

Vers six mois, les dents de lait entament leur éruption. Elles vont métamorphoser considérablement l'état de la cavité buccale en formant une frontière entre la langue, l'intérieur des joues et les lèvres. Une nouvelle stratégie alimentaire se met en place grâce à la corticalité et plus précisément au cortex pariéto-frontal. Si le couple succion-déglutition était relativement automatique, la nouvelle praxie de mastication suivie de déglutition relève d'un contrôle volontaire et ne peut exister sans l'équipement neurologique des cortex visuel et frontal. Le passage à la cuillère nécessite, en effet, une bonne coordination entre l'arrivée du stimulus et l'ouverture buccale, permise grâce aux entrées visuelles. L'enfant apprend, par imitation, le processus à suivre.

2.6. La parole

L'oralité verbale s'initie dès la naissance : l'air entre et sort de l'organisme et l'enfant émet son premier cri, première forme d'expression et de communication. Cette vocalisation, quasi réflexe, résulte de la mobilisation laryngée sous l'égide du nerf vague (X).

La lallation apparaît dans le troisième mois de vie de l'enfant et constitue une véritable appropriation des organes phonatoires. Le babillage va profiter de la ventilation buccale pour s'enrichir. Les émissions se font plus longues, plus interprétables par l'entourage, plus proches de la langue maternelle. De plus, les modifications anatomiques de la cavité buccale engendrent une libération des résonateurs. Cette nouvelle communication répond

vraisemblablement à des influx nerveux cortico-frontaux. L'imitation, tant des mouvements labiaux que le tout-petit perçoit, que des sons entendus, joue ici un rôle primordial. Aux alentours du huitième ou neuvième mois, se dégagent du babillage spontané, des imitations volontaires produites en voix chuchotée. Le chuchotement est dû au fait que l'enfant se concentre sur les mouvements buccaux qu'il observe et tente de reproduire et non plus uniquement sur l'intonation. Les proto-mots font alors leur apparition parmi le babillage. Au même moment, langue et mandibule se dissocient progressivement (Thibault, 2007).

Vers treize ou quatorze mois, les manifestations verbales de l'enfant prennent sens. Ce dernier découvre progressivement que chaque chose correspond à un mot, permettant ainsi à son vocabulaire de s'enrichir de façon exponentielle jusqu'à la fin de la deuxième année.

3. Le développement psychomoteur

3.1. Les grandes lois du développement psychomoteur

Lacombe (2007) précise que le développement psychomoteur de l'enfant est soumis à plusieurs lois. La première est la loi de différenciation. En effet, à la naissance, la motricité est diffuse et demande à être affinée. Cette différenciation se fait selon une loi dite céphalo-caudale. Autrement dit, le contrôle de la motricité volontaire touche d'abord le haut du corps puis s'étend progressivement vers le bas. Dès le premier trimestre de sa vie, l'enfant commence à maîtriser la mobilité de sa tête et de son cou, suivie de ses bras et de ses mains. Enfin, il se sert de ses jambes pour se tenir droit. De même, le contrôle moteur répond à une loi proximo-distale et se répand ainsi du tronc vers l'extrémité des membres.

Il existe une deuxième grande loi dans le développement psychomoteur de l'enfant : la loi de variabilité. Elle concerne les dissonances dans le rythme de développement. En effet, il n'évolue pas de manière homogène mais passe par des phases de stagnation, de régression, de progression rapide, etc. De fait, même si le schéma est unique et que tous les enfants passent par des stades développementaux similaires, des différences interpersonnelles demeurent.

3.2. L'évolution motrice menant à la locomotion

La motricité de l'être humain démarre dès le deuxième mois de vie intra-utérine et commence à être perçue par la mère vers le cinquième mois. Les premiers mouvements de

l'enfant se font de manière globale et mobilisent l'intégralité du corps. S'il sait téter, respirer et avoir rapidement des mouvements oculaires coordonnés, le contrôle des mouvements corporels, lui, va se faire très progressivement jusqu'à atteindre la station debout.

Chez le nouveau-né, la motricité est purement réflexe et correspond à l'action d'une hypertonie des membres par opposition à l'hypotonie axiale qui prévaut à ce stade du développement. Peu à peu, cet état tonique va s'inverser pour permettre un contrôle axial. Allongé sur le dos, le bébé roule sur le côté, saisit ses pieds, les porte à sa bouche et esquisse des premiers mouvements de pédalage. Sur le ventre, il tend à se redresser légèrement sur ses avant-bras puis progressivement à soulever ses bras et ses jambes en simple appui thoracique. Avec l'acquisition de la station assise, il devient capable de rouler dans les deux sens. Il va ensuite ramper avant d'adopter une marche quadrupède, d'abord sur les mains et les genoux, puis sur les mains et les pieds. L'enfant se redresse ensuite en équilibre sur ses deux pieds et entame les prémices de la marche bipède. Ainsi, vers la fin de la première année, les enfants font leurs premiers pas, en portant les bras à hauteur d'épaules en vue de se stabiliser (Lacombe, 2007).

Selon Burnett et Johnson (1971) ainsi que Wickstrom (1983), cités par Olivier et Ripoll (1999), la marche mature est acquise vers deux ou trois ans. Toutefois, Okamoto (1973), lui aussi cité par Olivier et Ripoll (1999), soutient qu'il faut attendre la septième année pour voir disparaître toute contraction parasite pendant cette activité où les ceintures scapulaire et pelvienne opèrent une rotation croisée. La ceinture scapulaire, constituée par la clavicule et l'omoplate, relie les os des membres supérieurs au tronc. Sa musculature fixe l'omoplate tout en permettant aux bras de se mouvoir aisément grâce à l'articulation scapulaire. La ceinture pelvienne, quant à elle, est constituée de trois os soudés qui correspondent au bassin: l'os iliaque, l'os du pubis et l'ischion. A cet endroit, les membres inférieurs se lient au tronc. Ainsi, ces deux ceintures sont à l'origine de la mise en action simultanée de la jambe et du bras opposés, visible pendant la marche.

König (1996) insiste, non sans intérêt, sur le fait que la marche n'est pas la seule résultante de l'implication des jambes et des pieds mais bien de l'ensemble de l'appareil moteur. Il s'agit d'une action coordonnée des jambes, des bras, des muscles du dos et de la poitrine et même des muscles oculaires. Ainsi, lorsqu'on fait un mouvement, c'est le corps tout entier qui interagit. En effet, si certains muscles sont mis en action c'est aussi parce que d'autres ont été inhibés. L'immobilité de ces muscles est donc bel et bien active et non passive.

3.3. L'évolution visuo-motrice

A la naissance, nombre de caractéristiques fonctionnelles du système visuel, comme la sensibilité à la lumière ou la perception des formes et des couleurs, sont opérationnelles. Ainsi, le nouveau-né est capable de suivre du regard une cible se déplaçant verticalement ou horizontalement, au départ en accompagnant les mouvements de la tête puis rapidement par simple activation des muscles oculomoteurs. Ces mouvements vont s'enrichir, aux alentours du quatrième mois, par la fixation binoculaire, la stéréoscopie, la convergence et l'accommodation oculaire. S'il s'agit d'abord de saccades qui entraînent de brusques mouvements de tête, les déplacements visuels vont peu à peu gagner en agilité, au fur et à mesure que le tonus musculaire de la nuque s'amplifie, afin de permettre une orientation adaptée vers la cible (Rigal, 2003).

3.4. L'évolution de la préhension

Au départ, la préhension se manifeste par un réflexe, le grasping, avant de devenir, progressivement, volontaire. La prise est dans un premier temps palmaire, autrement dit entre la paume et les trois derniers doigts, puis entre le pouce et l'auriculaire et enfin entre le pouce et l'index (Lacombe, 2007).

Selon Thibault (2007), aux alentours du quatrième mois, l'enfant perçoit de mieux en mieux son environnement grâce à l'acquisition de la capacité de poursuite oculaire. Il apprend alors à utiliser ses yeux en même temps que ses deux mains. Cette coordination oculo-manuelle est primordiale pour l'exercice volontaire de la préhension.

L'émergence de la marche amène un déséquilibre dans les patterns² de préhension manuelle acquis jusqu'alors. En effet, si les objets pouvaient être saisis avec une seule main avant cette période, la préhension bimanuelle redevient, avec l'apparition de la marche, prépondérante. Ainsi, les apprentissages amènent indubitablement une réorganisation des systèmes nerveux perceptifs, cognitifs et sensorimoteurs (Olivier & Ripoll, 1999).

En résumé, le développement harmonieux est celui qui mène à la réalisation de gestes, de plus en plus fins et de plus en plus précis, tout en impliquant le moins de structures anatomiques possible.

² Un *pattern* désigne un modèle représentant de façon schématique la structure d'un comportement.

Chapitre 2 : L'organisation du système nerveux

Le système nerveux joue non seulement un rôle d'intégration des informations provenant aussi bien du milieu extérieur que du milieu intérieur, mais il commande également l'ensemble des organes du corps.

1. Le trajet de l'information

Le transfert d'informations dans le cerveau utilise une double voie : la voie neuronale et la voie hormonale. Si les hormones permettent l'action à distance et l'autorégulation par la rétroaction, les neurones jouent un rôle essentiel dans la communication nerveuse et feront l'objet, de ce fait, d'une présentation détaillée.

1.1. Le neurone et la synapse

La communication au sein du système nerveux se fait par le biais de cellules spécifiques : les neurones. Le cerveau en contient une centaine de milliards. Chaque neurone dispose d'un corps cellulaire, de plusieurs dendrites³ et d'un axone⁴. Le neurone émet un potentiel d'action, sous la forme d'une onde électrique, qui se propage jusqu'à l'extrémité de l'axone. C'est à cet endroit, dans la synapse⁵, que l'information électrique va temporairement se muer en message chimique afin de transiter d'un neurone à l'autre (ANNEXE 3). Pour ce faire, des neurotransmetteurs sont synthétisés par le neurone. Ils se fixent ensuite sur la membrane postsynaptique pour permettre à l'influx nerveux de circuler le long d'une nouvelle fibre nerveuse. Les synapses sont ainsi le lieu privilégié des connexions entre neurones.

1.2. Les afférences sensorielles et les efférences motrices

Des récepteurs présents dans nombre de régions corporelles captent des informations et les transmettent au système nerveux central⁶ par le biais de fibres nerveuses, qualifiées de fibres afférentes. Le système nerveux central pourra à son tour émettre des influx nerveux via

³ La *dendrite* est un prolongement du neurone qui reçoit et conduit l'influx nerveux vers le corps cellulaire.

⁴ L'*axone* est un prolongement du neurone, pouvant s'étendre de quelques millimètres à plus d'un mètre, qui conduit l'influx nerveux du corps cellulaire vers les zones synaptiques.

⁵ La *synapse* qualifie l'espace entre deux fibres nerveuses.

⁶ Le *système nerveux central* comprend à la fois l'encéphale et la moelle épinière.

des fibres nerveuses efférentes qui, une fois passés par le système nerveux périphérique⁷, provoqueront une réponse adaptée au niveau des structures corporelles informées.

Ainsi, l'interrelation entre le corps et le cerveau est incessante : le corps informe continuellement le cerveau sur les événements internes et externes pendant que le cerveau exerce un perpétuel contrôle sur l'organisme.

1.3. Les voies pyramidales et extrapyramidales

Le faisceau pyramidal est responsable de la motilité volontaire des muscles. Il chemine de l'aire somato-motrice du cortex jusqu'aux muscles en passant par le bulbe rachidien, où va avoir lieu une décussation⁸ d'environ 90% des fibres, puis par la moelle épinière. De fait, chaque hémisphère se trouve responsable de l'innervation des muscles de l'hémicorps controlatéral. En fonction de la zone du corps à mobiliser, l'appellation sera différente : la voie sera dite cortico-spinale lorsque les informations vont du cortex à la moelle épinière, via les nerfs rachidiens, afin de mobiliser les membres, et cortico-nucléaire s'il s'agit d'informer les noyaux moteurs des nerfs crâniens pour contrôler les mouvements de la face et du cou.

Le faisceau extra-pyramidal présente un trajet similaire à celui de la voie pyramidale sans toutefois emprunter ce même faisceau. Il ajuste la motricité consciente, la régule, et commande le tonus musculaire de base. Il siège essentiellement dans les régions sous-corticales, au niveau des noyaux gris centraux⁹, tout en étant en relation avec le cervelet, le cortex, les organes de la vision et ceux de l'équilibre. C'est en partie grâce à lui que nous pouvons réaliser des mouvements coordonnés tout en gardant l'équilibre.

1.4. La plasticité cérébrale

« Les connexions synaptiques entre neurones forment le câblage de base des circuits cérébraux. Mais contrairement au câblage d'un appareil électronique [...] la connectivité synaptique des neurones est dynamique : elle change en permanence sous l'effet de l'activité neurale ou d'autres facteurs » (Purves, Augustine, Fitzpatrick, Hall, LaMantia, McNamara, & White, 2011, p.177).

⁷ Le système nerveux périphérique se compose des nerfs rachidiens et des nerfs crâniens.

⁸ La décussation correspond à un phénomène de croisement des fibres nerveuses.

⁹ Les noyaux gris centraux désignent une masse de substance grise située à l'intérieur de l'encéphale.

Il existe diverses formes de plasticité synaptique. Tout d'abord la plasticité à court terme qui va simplement engendrer une modification transitoire de la quantité de neurotransmetteurs au niveau de la synapse. Par ailleurs, des formes de plasticité ayant une action sur la force synaptique existent sur une plus longue durée pouvant aller de plusieurs jours à plusieurs années. Celles-ci sont à l'origine de l'apprentissage, de nouveaux comportements ou de l'acquisition de nouveaux souvenirs.

Les travaux de Jenkins, Merzenich, Ochs, Allard et Guic-Robles (1990) ont mis en lumière des modifications des représentations corticales en lien avec l'expérience, qu'elle soit motrice ou sensorielle. Concrètement, leur étude s'est portée sur l'entraînement d'un singe à l'utilisation de deux doigts précis lors de la réalisation d'une tâche fréquemment répétée. Des enregistrements électrophysiologiques¹⁰ réalisés avant et après l'entraînement ont alors révélé une réorganisation des cartes sensorielles en mettant en évidence, après plusieurs mois de pratique, des représentations corticales plus importantes pour les doigts entraînés par rapport aux autres doigts.

1.5. Les nerfs crâniens (Felten, Shetty & Netter, 2011)

Le nerf olfactif (I) est sensoriel. Comme son nom l'indique, il est responsable de la perception des odeurs et indirectement des saveurs.

Le nerf optique (II) véhicule l'information visuelle. Il s'agit d'un nerf sensoriel.

Les nerfs oculomoteur (III), trochléaire, aussi appelé pathétique (IV) et oculaire externe, également dit abducens (VI), sont moteurs et innervent les muscles extrinsèques de l'œil¹¹.

Le nerf trijumeau (V) est mixte. Il se divise en trois branches : une branche maxillaire et une branche ophtalmique, innervant la cornée et le globe oculaire, toutes deux sensorielles, ainsi qu'une branche mandibulaire, sensorielle et motrice des muscles masticateurs et du tenseur du tympan. Ce nerf a notamment une fonction proprioceptive à partir des muscles masticateurs et oculomoteurs, et innerve la pulpe des dents.

Le nerf facial (VII) est un nerf mixte. Il est moteur pour les muscles de la face, notamment ceux responsables de l'expression faciale, du cuir chevelu, du buccinateur, du

¹⁰ L'électrophysiologie étudie l'activité bioélectrique des tissus nerveux.

¹¹ Les *muscles extrinsèques de l'œil* sont ceux situés à l'extérieur de l'œil, responsables des mouvements oculaires par opposition aux muscles intrinsèques qui agissent sur le cristallin (accommodation) et sur l'iris.

stapédien, du stylohyoïdien et du ventre postérieur du digastrique. Son rôle sensoriel s'axe sur le goût puisqu'il innervé les deux tiers antérieurs de la langue et le palais mou.

Le nerf vestibulo-cochléaire (VIII) est en grande partie responsable de l'audition et de l'équilibre. Il est purement sensoriel.

Le nerf glossopharyngien (IX) est mixte. Ses fibres motrices, issues du noyau ambigu¹², innervent une partie des muscles pharyngiens pour la déglutition. Ses fibres sensorielles sont responsables de l'intégrité du réflexe nauséeux, grâce à l'innervation du pharynx, et du goût puisqu'elles assurent la sensibilité du tiers postérieur de la langue et d'une portion du palais mou. D'autres axones véhiculent la sensibilité de l'amygdale, de la cavité tympanique, de la trompe d'Eustache et des cellules mastoïdiennes¹³. Certaines informations sensorielles vont être transmises au noyau descendant du V.

Le nerf vague ou pneumogastrique (X), à la fois moteur et sensoriel, innervé les muscles du palais mou, du pharynx et du larynx à l'origine de la phonation et de la déglutition. Une partie de ses fibres, parasympathiques, influent sur les viscères thoraciques et abdominaux, le cœur, les poumons ainsi que sur le tractus gastro-intestinal. D'un point de vue sensoriel, il agit sur la perception du goût au niveau du pharynx postérieur et amène la sensibilité laryngée.

Le nerf accessoire (XI), aussi appelé nerf spinal, est moteur. Sa partie crânienne se trouve étroitement liée aux rameaux laryngé et pharyngien du nerf vague. Sa partie spinale innervé partiellement le trapèze et le muscle sterno-cléido-mastoïdien afin de permettre la rotation de la tête et l'élévation de l'épaule.

Le nerf hypoglosse (XII) assure la motricité des muscles de la langue (ANNEXE 4).

2. Le contrôle moteur

2.1. La commande musculaire

La réalisation des mouvements volontaires est assurée par un influx nerveux provenant des aires motrices primaires qui assurent la commande motrice. Pour ce qui est de la

¹² Le *noyau ambigu*, situé dans le tronc cérébral au niveau du bulbe, rassemble les noyaux des nerfs IX et X.

¹³ Les *cellules mastoïdiennes* sont des cavités creusées dans l'apophyse mastoïde située sur l'os temporal, en arrière de l'oreille.

planification et du contrôle de la précision des mouvements, ce sont les aires prémotrices, localisées dans le lobe frontal, qui entrent en jeu. Les informations émises par le cortex parviennent ensuite aux motoneurones dont les corps cellulaires sont localisés dans la partie ventrale de la moelle épinière ou aux noyaux moteurs des nerfs crâniens dans le tronc cérébral. Ceux-ci sont alors en mesure d'envoyer, via les nerfs rachidiens ou crâniens, un nouvel influx nerveux jusqu'aux muscles à contracter.

La plupart du temps, ce sont les centres nerveux supérieurs qui influent sur les circuits locaux de la moelle épinière ou du tronc cérébral mais parfois, ces derniers peuvent agir seuls sur les muscles. C'est notamment le cas des mouvements somatiques stéréotypés pour lesquels l'initiation part du tronc cérébral, notamment du noyau vestibulaire, du colliculus supérieur¹⁴ ou encore de la formation réticulée¹⁵ (ANNEXE 5).

Les ganglions de la base¹⁶ exercent une action sur les neurones du cortex moteur afin d'assurer la réalisation d'un mouvement avec la plus grande précision temporelle et spatiale. Le cervelet joue également un rôle de contrôle et permet de détecter une « erreur motrice », autrement dit une différence entre le mouvement prévu et celui qui est réellement exécuté. Il peut toutefois y remédier en transférant l'information au cortex. Son action peut aussi être dynamique et permettre d'ajuster des mouvements en cours de réalisation. Pour mener à bien ces actions, il reçoit des informations en provenance du cortex et des systèmes sensoriels.

2.2. Les cartes motrices

Penfield et Rasmussen (1950) ont mis en évidence une somatotopie au niveau du cortex moteur primaire reflétant la représentation corticale des différentes parties du corps (ANNEXE 6). Au départ, elle était vue comme une répartition de zones dont chacune est à l'origine de la contraction de certains muscles, à l'instar du cortex somesthésique où les afférences sensorielles sont traitées dans des zones spécifiques en fonction de leur lieu de provenance. Toutefois, Graziano, Aflalo et Cooke (2005) ont émis une hypothèse différente à partir de l'observation de singes soumis à des microstimulations du cortex moteur primaire. Il apparaît que les représentations somatotopiques sont plutôt basées sur des catégories de

¹⁴ Le *colliculus supérieur* est une structure sous-corticale bilatérale, située entre le tronc cérébral et le thalamus, qui joue un rôle important dans la coordination des mouvements d'orientation de la tête et des yeux.

¹⁵ La *formation réticulée* est à l'interface des systèmes autonome, moteur et sensitif. Elle intervient dans la régulation de grandes fonctions vitales (comme les cycles veille-sommeil), le contrôle d'activités motrices réflexes ou stéréotypées, comme la marche ou la posture et dans des fonctions cognitives telles que l'attention.

¹⁶ Les *ganglions de la base* sont autrement appelés noyaux gris centraux.

comportements moteurs ayant une signification éthologique¹⁷ particulière. Par exemple, en stimulant les régions corticales du bras, on aboutit à la réalisation d'un mouvement amenant la main dans un espace central qui permettrait à l'animal d'observer un éventuel objet maintenu. De même, des microstimulations dans des régions plus médianes induisent des postures adoptées habituellement pour sauter ou grimper.

Il existe également au sein de la moelle épinière des cartes topographiques montrant que les muscles du tronc, en lien avec la posture et l'équilibre, sont innervés par les motoneurones de la zone médiane et que, plus les muscles sont distaux et impliqués dans la motricité fine, plus les motoneurones qui les innervent sont en position latérale.

2.3. La posture et la locomotion

En plus d'être l'auteur de la motricité oro-faciale, le tronc cérébral agit sur le contrôle postural, notamment au niveau des noyaux vestibulaires, ainsi que sur la locomotion puisque l'aire locomotrice se situe dans le mésencéphale. Les noyaux vestibulaires sont responsables des mouvements rétroactifs, réalisés en réponse à des afférences sensorielles indiquant une perturbation posturale et la formation réticulée des mouvements proactifs qui anticipent un changement de la stabilité corporelle. Le cervelet, quant à lui, reçoit des informations des noyaux vestibulaires, ce qui lui permet de réguler l'équilibre et de maintenir la station debout. Il joue un rôle essentiel de coordination tant au niveau de la marche que de l'exécution de mouvements fins et précis. C'est lui qui permet aux mouvements d'être fluides et harmonieux.

2.4. Les neurones « miroirs »

« Observer une action c'est déjà l'exécuter » (Jeannerod, 2005, p.156).

Les travaux du neurophysiologiste italien Rizzolatti (1992), cité par Jeannerod (2005), montrent qu'un singe en train d'observer un expérimentateur prendre de la nourriture avec le pouce et l'index active la même zone de l'aire prémotrice qui serait activée s'il exécutait lui-même le mouvement et ce, en dépit de sa passivité.

Selon Jeannerod (2005), les neurones miroirs sont à la fois des neurones moteurs, puisqu'ils envoient les commandes d'exécution et des neurones perceptifs dans le sens où ils analysent de l'information visuelle. Ainsi, comme le soulignent Morin et Grèzes (2011),

¹⁷ L'éthologie se définit comme l'étude du comportement des espèces animales.

action et perception sont loin d'être séparées. Des expérimentations sur des hommes ont montré, lors de la visualisation de films présentant des actions simples, que la région prémotrice, entre autres, était activée. Notre perception d'une action donnée se fait en réalité à travers le filtre de notre exécution de cette même action.

Lors de l'observation d'une action, l'ensemble du réseau moteur du cerveau de l'observateur s'active en particulier pour la réalisation de mouvements de la main et de la bouche. Fogassi (2012) parle du « système miroir » pour définir ce réseau qui correspond principalement aux cortex prémoteur et pariétal. Tous deux sont reliés par des circuits anatomiques observables, permettant d'attester que les représentations motrices dont ils sont les auteurs s'obtiennent par la rencontre de quantité d'informations sensorielles. Ainsi, les neurones miroirs sont l'illustration d'une possible rencontre de ce type.

3. Le traitement sensoriel

« Ce que nous voyons et entendons n'est jamais le phénomène lui-même mais toujours ses conséquences » (F. Capra, cité par Trocmé-Fabre, 1987, p.37).

Les informations extérieures et intérieures arrivent en permanence et de manière simultanée au cerveau. C'est sans doute la raison pour laquelle l'information que l'on pense transmettre n'est pas systématiquement perçue comme on s'y attendait.

Les organes des sens reçoivent une information, sous forme de variations physiques ou chimiques recueillies par des capteurs, qu'ils transmettent au néocortex après être passée par un relais thalamique. Par la suite, pour chaque modalité sensorielle, la propagation de l'information s'effectue à partir des aires sensorielles primaires vers les aires associatives (ANNEXE 7). Ces dernières ont, outre leur rôle d'intégration de l'information, celui de mettre du sens sur la perception. Le traitement de l'information se fait dans différentes aires corticales pour une même modalité sensorielle. Ces aires de convergence multisensorielles correspondent aux lobes frontaux et temporaux. Les informations nerveuses produites par plusieurs organes des sens, à propos d'un même objet, peuvent ainsi fusionner pour en donner une représentation globale. Par exemple, dans le cadre de l'alimentation, les propriétés chimiques de l'aliment présent en bouche sont analysées par les récepteurs du goût ainsi que par les récepteurs tactiles sur la langue, ceux de l'odorat, ceux des muscles masticateurs afin de nous donner des informations sur l'arôme, la consistance et la température de cet aliment. De même, un objet tenu dans la main est souvent placé dans le champ de vision afin de faire

concorde les informations tactiles perçues à la surface de la peau des mains avec les informations visuelles. On a alors une reconnaissance plurimodale de l'objet.

3.1. La somesthésie

« Le système somesthésique (ou système de la sensibilité somatique) est sans conteste le plus diversifié des systèmes sensoriels. Il prend en charge une gamme étendue de sensations : le toucher, la vibration, la pression, la position des membres, le froid et le chaud et la douleur » (Purves & al., 2011, p.207).

3.1.1. La sensibilité tactile

Au niveau corporel, la stimulation des récepteurs cutanés déclenche le départ d'un message sensoriel qui, dans un premier temps, transite le long des fibres afférentes jusqu'aux neurones des ganglions rachidiens. Par la suite, l'influx nerveux fait synapse avec un autre neurone de la moelle épinière puis continue de progresser vers le tronc cérébral et le thalamus jusqu'à atteindre les aires du cortex sensitif primaire. Ces dernières se situent du côté opposé à la localisation d'origine de la stimulation sensorielle. Les types de récepteurs sensoriels sont divers : certains sont sensibles au toucher, d'autres à la température, d'autres encore à la vibration ou bien aux sensations douloureuses.

L'ensemble du corps humain est divisé selon des dermatomes correspondant à des territoires cutanés délimités (ANNEXE 8). Chaque dermatome est innervé par des fibres sensorielles pénétrant dans la moelle épinière par une même racine rachidienne. La moelle épinière est, elle aussi, divisée en plusieurs étages : cervical, thoracique, lombaire et sacré.

Tout comme pour le cortex moteur, il existe une organisation somatotopique au niveau du cortex somesthésique primaire. On doit cette cartographie à Penfield et Rasmussen (1950) qui mirent au point l'homuncule sensitif montrant la répartition des parties du corps au niveau cortical (ANNEXE 6). Il est à noter que l'étendue des régions dévolues à la face et aux mains apparaissent comme surdéveloppées comparées à leurs proportions réelles.

3.1.2. La proprioception

De la même façon que les récepteurs cutanés informent le cerveau des stimulations externes exercées sur la peau, les mécanorécepteurs¹⁸ proprioceptifs œuvrent à renseigner le cerveau quant à la position du corps et des membres dans l'espace. Ces récepteurs se

¹⁸ Les *mécanorécepteurs*, situés dans le derme ou l'épiderme, sont sensibles aux déformations de la peau.

localisent dans les fuseaux neuromusculaires¹⁹, les organes tendineux de Golgi²⁰ et les récepteurs articulaires. La proprioception permet de réaliser des mouvements complexes avec précision. D'autre part, elle joue un rôle primordial dans les capacités d'équilibre.

Ainsi, à l'instar des fibres sensibles afférentes, les fibres proprioceptives cheminent jusqu'aux racines dorsales de la moelle épinière, avant de rejoindre les centres d'intégration supérieurs. Certaines de ces fibres sont destinées à l'information du cervelet, dont la fonction est capitale en termes de contrôle de l'organisation temporelle des contractions musculaires.

3.2. La vision

3.2.1. L'anatomie de l'œil (ANNEXE 9)

Elle est inhérente au globe oculaire. Celui-ci est entouré de trois couches :

- L'enveloppe externe, contenant essentiellement la sclérotique (tissu conjonctif résistant), entoure le globe dans son intégralité, ainsi que la cornée ;
- L'enveloppe moyenne, appelée choroïde dans sa partie postérieure, assure l'irrigation et l'alimentation de la rétine. D'autre part, dans sa partie antérieure, la choroïde se mêle au corps ciliaire. Celui-ci dispose d'un muscle dont l'action permet d'accommoder la vision de près ou de loin en agissant sur la courbure du cristallin. Dans le prolongement antérieur du corps ciliaire, vient se greffer l'iris qui laisse apparaître, en son centre, un trou correspondant à la pupille. Les fibres musculaires de l'iris ont une action primordiale puisque ce sont elles qui permettent d'adapter la taille de la pupille en fonction de la luminosité. Ces muscles, sous le contrôle du système nerveux végétatif, agissent de manière réflexe. Ainsi, les sphincters de la pupille vont permettre le myosis, rétrécissement pupillaire, en cas de forte luminosité. Au contraire, les muscles dilatateurs de la pupille provoqueront la mydriase, élargissement pupillaire, si la lumière se fait moins intense. Lors de la survenue brusque d'une forte luminosité, la pupille est capable de se rétrécir rapidement, il s'agit là du réflexe photomoteur ;
- L'enveloppe interne est composée entre autres de la rétine. Grâce à plusieurs couches de cellules sensorielles, cette structure permet la perception des couleurs et des détails d'une image, au moyen de cellules appelées les cônes (situés au centre de la rétine). Le traitement des niveaux de clarté et des impressions de mouvements se fait par l'activation des

¹⁹ Les *fuseaux neuromusculaires*, inclus dans la masse des muscles, peuvent détecter les étirements musculaires.

²⁰ Les *organes tendineux de Golgi* sont sensibles aux étirements des tendons.

bâtonnets (situés en périphérie des cônes). Ces informations transitent ensuite jusqu'aux centres encéphaliques via le nerf optique (II).

3.2.2. La mobilité de l'œil

La vision est la source la plus importante d'informations que nous recevons du monde extérieur. L'ensemble des mouvements du globe oculaire sont permis par six muscles striés.

La présence d'un stimulus visuel active des neurones précis du colliculus supérieur afin de permettre à l'œil de poursuivre ce stimulus par une série de saccades oculaires. En effet, le colliculus supérieur présente une carte sensorielle et une carte motrice qui entrent en jeu pour la réalisation des mouvements oculaires. La présence de représentations topographiques de stimuli auditifs et somatiques au niveau de cette même structure, en lien avec la carte motrice, concourt à l'orientation efficiente des yeux.

3.2.3. Les voies visuelles centrales

Le nerf optique (II), regroupant près d'un million de fibres, constitue une voie puissante et extrêmement rapide de transmission d'informations. Les fibres du nerf optique de chaque œil se rejoignent dans un premier temps au niveau du chiasma optique. C'est là que 60% d'entre elles décussent tandis que les 40% restants poursuivent leur chemin du même côté. Passées le chiasma, ces fibres forment la bandelette optique, autrement nommée tractus optique, dans chacun des hémisphères contenant alors des informations visuelles relatives aux deux yeux. Leur trajet va transiter par les corps genouillés latéraux du thalamus avant de rejoindre la capsule interne où elles forment désormais ce que l'on appelle les radiations optiques, pour finir par atteindre le cortex visuel primaire ou cortex strié (ANNEXE 10).

Dans le cas où l'on éclaire un œil, les voies empruntées sont différentes. En effet, le réflexe photomoteur est sous le contrôle du prétectum, structure située entre le thalamus et le mésencéphale. Une fois stimulés, les neurones préteaux vont à leur tour informer le noyau d'Edinger-Westphal, dans le mésencéphale, constitué de neurones parasympathiques préganglionnaires et situé à proximité du noyau du nerf oculomoteur (III). C'est d'ailleurs par le biais de ce nerf qu'il stimule les ganglions ciliaires responsables de l'innervation des muscles constricteurs qui provoquent la réduction du diamètre pupillaire (ANNEXE 11).

Les fibres du nerf optique apportent également des informations à d'autres structures, comme le colliculus supérieur. Selon Hannaford (1998) « *environ 20% des messages venant des yeux [...] va vers les régions du cerveau concernées par les mécanismes de l'équilibre* » (p.61). Aussi, le toucher et la proprioception contribuent activement à la perception visuelle.

3.3. L'odorat

Ce sens a la particularité, par rapport aux autres, d'être le seul à ne pas avoir d'afférences qui transitent par le thalamus. Ainsi, les informations captées par l'épithélium olfactif rejoignent le bulbe olfactif ipsilatéral avant d'atteindre directement le cortex piriforme situé dans le lobe temporal mais également d'autres régions corticales plus antérieures. Ce n'est qu'après avoir passé le cortex piriforme que certaines projections sont émises vers le thalamus, l'hypothalamus, l'hippocampe ou l'amygdale.

3.4. L'audition

Le système auditif apparaît plus tôt que le système visuel. Pourtant, il se construit plus lentement pour devenir le plus discriminant des systèmes sensoriels.

3.4.1. L'anatomie de l'oreille (ANNEXE 12)

L'oreille se divise en trois parties :

- L'oreille externe est constituée du pavillon, de la conque et du conduit auditif externe. Elle capte les ondes sonores de l'environnement afin de les conduire vers le tympan, fine membrane assurant la transmission du son à l'oreille moyenne de par sa vibration ;
- L'oreille moyenne est là pour assurer l'amplification de l'onde sonore grâce à une chaîne de trois osselets : le marteau, dont le manche est fixé sur la membrane tympanique, l'enclume et l'étrier, en contact avec la fenêtre ovale par sa platine qui est donc le point de relais avec l'oreille interne. Deux muscles, le tenseur du tympan et le muscle de l'étrier, innervés respectivement par les nerfs V et VII, jouent un rôle dans l'efficacité de la transmission vers l'oreille interne. L'oreille moyenne est reliée au pharynx par la trompe d'Eustache qui permet de rééquilibrer les pressions aériennes entre les deux cavités ;
- L'oreille interne contient le vestibule et la cochlée. Cette dernière constitue l'organe essentiel de l'audition. C'est elle qui transforme les ondes en influx nerveux. Elle se compose de trois compartiments remplis de liquide. La rampe vestibulaire et la rampe tympanique, contenant la périlymphe, entre lesquelles s'immisce le canal cochléaire, renfermant quant à lui l'endolymphe²¹. Les vibrations au niveau de la fenêtre ovale circulent

²¹ L'endolymphe baigne les récepteurs sensoriels de l'équilibration et de l'audition.

dans la rampe vestibulaire avant de redescendre dans la rampe tympanique et de finir par s'éteindre sur la fenêtre ronde. Les ondes créées dans la périlymphe sont à l'origine de la vibration de la membrane basilaire située dans le canal cochléaire. Cette vibration engendre la mise en mouvement des cellules ciliées qui sont en réalité des cellules sensorielles directement reliées au nerf vestibulo-cochléaire (VIII) par des fibres nerveuses. La représentation tonotopique de cette structure permet de décomposer l'onde acoustique en fréquences. En effet, la base de la membrane basilaire répond aux fréquences élevées alors que son apex répond aux basses fréquences.

3.4.2. Les voies auditives centrales (ANNEXE 13)

Cette tonotopie est respectée jusque dans les centres d'intégration supérieurs, notamment au niveau du tronc cérébral mais également dans le cortex auditif. Une fois passé le tronc cérébral inférieur, le trajet de l'information auditive perçue dans la cochlée se poursuit dans le colliculus inférieur²². Il transite ensuite par le thalamus, au niveau du corps genouillé médian, qui constitue un passage obligé avant toute intégration corticale. En s'éloignant du cortex auditif primaire, on ne retrouve plus, au niveau des aires associatives, d'organisation tonotopique stricte. Leur rôle sera davantage axé sur l'analyse des sons complexes comme le langage par exemple.

3.5. L'équilibre

Le système vestibulaire se situe lui aussi dans l'oreille interne. Il est considéré comme l'organe principal de l'équilibre, en grande partie pour les informations qu'il peut apporter quant à la perception des déplacements, de la position du corps et de la tête ou de l'orientation spatiale par rapport à la pesanteur. Outre ces fonctions, il dispose également d'une commande motrice permettant, entre autres, la stabilisation du regard, de la tête et de la posture.

Le labyrinthe vestibulaire partage de nombreuses similitudes anatomiques avec la cochlée. Comme elle, il possède des cellules ciliées dont les déplacements, provenant cette fois des mouvements de la tête, vont engendrer le départ d'un influx nerveux. Le système vestibulaire se compose de deux organes otolithiques, l'utricule et le saccule, qui entrent en jeu dans les accélérations linéaires de la tête et dans le maintien de la position statique par

²² Le *colliculus inférieur* est un centre auditif du mésencéphale qui contribue en partie au repérage spatial du son.

rapport à l'axe de la pesanteur. Il comprend également trois canaux semi-circulaires répondant aux accélérations angulaires présentes lors de rotations.

Les informations émises par le système vestibulaire transitent par les fibres vestibulaires du nerf vestibulo-cochléaire (VIII) jusqu'au tronc cérébral et au cervelet. Les noyaux vestibulaires représentent des centres d'intégration d'importance capitale pour réguler l'équilibre puisqu'ils reçoivent des afférences du système vestibulaire controlatéral, du cervelet et des systèmes visuel et somesthésique.

Parmi les nombreux réflexes qui interviennent pour maintenir l'équilibre, notamment en agissant sur le corps, le regard, la posture et le tonus musculaire, on rencontre le réflexe vestibulo-oculaire dont le principe est d'induire des mouvements oculaires contrebalançant les mouvements de la tête afin de conserver un point de regard fixe. Celui-ci est régi par l'intégration des informations provenant des nerfs oculomoteur (III), abducens (VI) et vestibulo-cochléaire (VIII).

Outre ces activités réflexes, les noyaux vestibulaires émettent, comme les autres organes sensoriels, des afférences destinées à apporter des informations au thalamus puis au système nerveux central dans deux aires distinctes : l'une située entre le cortex somesthésique et le cortex moteur, l'autre se trouvant en arrière du cortex somesthésique primaire, près de la représentation de la face. Ces aires prennent aussi en compte des informations visuelles et proprioceptives.

4. Le système nerveux autonome (végétatif)

Le système nerveux végétatif apporte un contrôle sur les fonctions involontaires. Il participe à l'homéostasie²³ et se divise, comme l'ont mis en lumière les travaux de Gaskell (1866), cité par Purves et al. (2011), en « *deux ensembles de fibres nerveuses aux propriétés opposées* », à savoir les systèmes sympathique et parasympathique (ANNEXE 14). Ils agissent sur l'organisme par le biais de neurotransmetteurs : l'adrénaline et l'acétylcholine.

Contrairement aux circuits agissant sur la motricité volontaire, dont les commandes nerveuses sont localisées au niveau des aires corticales primaires et secondaires, le système nerveux autonome est principalement régulé par l'hypothalamus et par des circuits mal délimités au niveau du tronc cérébral et de la moelle épinière. Les réponses qu'il engendre

²³ L'homéostasie est un processus de régulation par lequel l'organisme maintient les différentes constantes du milieu intérieur.

sont globales et peu différenciées, à l'inverse de l'organisation topographique précise du système nerveux somatique.

L'activité végétative n'est pas exclusivement motrice. Elle répond parfois de manière réflexe à des afférences sensibles en provenance des viscères. Ces mêmes afférences peuvent également servir à informer le système nerveux central.

4.1. Le système sympathique

Il agit dans des situations de menace ou de défi en augmentant les ressources métaboliques de l'organisme. Concrètement, il permet :

- l'augmentation de la fréquence cardiaque afin de porter à son paroxysme l'irrigation des muscles et du cerveau ;
- la dilatation des bronches visant à augmenter l'oxygénation de l'organisme ;
- la constriction des vaisseaux sanguins de la peau et des intestins permettant de diriger le flux sanguin directement vers le muscle et d'optimiser ainsi son énergie ;
- le hérissément des poils qui autrefois avait pour but de produire un aspect plus redoutable ;
- la dilatation des pupilles favorisant l'entrée de lumière ainsi qu'une meilleure mobilité oculaire, contribuant à augmenter la vigilance.

Les autres activités végétatives, et en particulier le système digestif, sont en veille.

Les neurones à l'origine de ces effets sont situés le long de la moelle épinière, allant de la portion thoracique, qui innervent les parties supérieures du corps, jusqu'au début de la portion lombaire pour tout ce qui a trait aux organes abdominaux et pelviens.

4.2. Le système parasympathique

Ce système produit des actions opposées au système sympathique. Il va entraîner :

- une constriction de la pupille ;
- un ralentissement du rythme cardiaque ;
- une augmentation du péristaltisme de l'intestin.

S'ajoute à cela, la dilatation des vaisseaux sanguins de la peau liée à la baisse d'activité du système sympathique.

Ce système projette ses afférences uniquement à partir de noyaux situés dans le tronc cérébral et dans la région sacrée de la moelle épinière.

Chapitre 3 : Les grandes fonctions orales arrivées à maturation

1. La respiration

1.1. Les structures anatomiques impliquées

1.1.1. Le nez

En arrière du nez, la cavité nasale forme le premier élément de l'appareil respiratoire. Elle est divisée en deux par la cloison nasale. Sa partie haute est limitée par la lame criblée de l'ethmoïde, le sphénoïde²⁴, l'os frontal et par son propre cartilage. L'ethmoïde, le maxillaire et les cornets servent de parois latérales alors que le palais s'impose comme la frontière inférieure. A l'intérieur, la peau est recouverte d'un épithélium dont les cellules caliciformes sont chargées de produire le mucus permettant de réchauffer et d'humidifier l'air inspiré. La présence de trois cornets dans la cavité nasale augmente la surface muqueuse (Brooker & Gould, 2001).

1.1.2. Le diaphragme

Les muscles intercostaux externes et internes ont un rôle important en termes de respiration puisqu'ils permettent respectivement l'élévation des côtes à l'inspiration et leur abaissement au moment de l'expiration participant ainsi à l'ouverture et à la fermeture de la cage thoracique. Toutefois, c'est le diaphragme qui constitue le muscle principal de la respiration. Il se présente sous la forme d'une coupole localisée entre le sternum, les six côtes inférieures et le rachis lombaire et constitue une véritable frontière entre la cage thoracique et la cavité abdominale. A la fois régulé par le système nerveux autonome, via le nerf vague (X), et par le système nerveux central, via le nerf phrénique, ce muscle peut avoir une activité volontaire et automatique.

En cas de déficits de ces muscles, des muscles respiratoires accessoires, participent à la respiration. Il s'agit du petit et du grand pectoral, du petit et du grand dentelé, des scalènes, du sterno-cléido-mastoïdien ainsi que de la musculature abdominale.

²⁴ L'ethmoïde et le sphénoïde sont deux os appartenant à la partie moyenne de la base du crâne.

1.2. La physiologie de la fonction

Le nez et les sinus sont en contact direct avec le monde extérieur. L'importante innervation sensitive de la muqueuse nasale joue un rôle primordial dans la protection des voies respiratoires inférieures. Le mucus, anti-infectieux avéré, sert à la fois à humidifier l'air inspiré, mais aussi et surtout à piéger les allergènes, les agents bactériens ou viraux, les poussières ou encore les goudrons de cigarette. Une stimulation des fibres nerveuses parasympathiques entraîne une augmentation de la sécrétion de mucus et une vasodilatation associées à une obstruction des fosses nasales. Une stimulation des fibres sympathiques provoque, au contraire, une vasoconstriction améliorant la perméabilité nasale.

La respiration résulte d'une action semi-volontaire et constitue un processus mécanique qui se traduit par une entrée d'air, l'inspiration, suivie de son expulsion, l'expiration. Ce passage d'air transite du nez vers les poumons en passant par le larynx et la trachée. L'inspiration est un mouvement actif puisqu'elle résulte de la contraction diaphragmatique. Cette dernière amène les poumons vers le bas, créant une dépression dans la cage thoracique dont le volume augmente. Ceci provoque une entrée d'air dans les poumons via les voies aérodigestives jusqu'à l'équilibre des pressions internes et externes. A l'inverse, lors de l'expiration, le diaphragme se relâche et permet aux poumons de retrouver passivement une position plus haute tout en réduisant le volume de la cage thoracique.

Au repos, les lèvres sont closes, la langue est contre le palais et la mandibule présente une légère ouverture comprise entre deux et quatre millimètres. Cette position physiologique permet aisément la prise et l'expulsion d'air par le nez.

1.3. Les mécanismes et les conséquences d'une dysfonction

1.3.1. La respiration buccale

Les conséquences d'une respiration buccale exclusive, également appelée ventilation orale, sont multiples. On notera parmi elles l'apnée du sommeil, l'hyposensibilité de l'arrière de la cavité buccale, l'augmentation significative des risques d'infection des voies aériennes supérieures ainsi que l'hypotonie linguale et labiale. La fonction respiratoire peut aussi avoir des effets non négligeables sur la croissance maxillo-faciale et sur l'équilibre des structures intra-buccales. On constate souvent l'association d'une endoalvéolie²⁵ supérieure, d'une

²⁵ L'endoalvéolie correspond à une inclinaison linguale des procès alvéolaires.

déglutition atypique et d'une latérodéviation mandibulaire. Viennent parfois s'ajouter à ce tableau, une hypoplasie du maxillaire inférieur, une rétromandibulie²⁶ fonctionnelle voire une prognathie mandibulaire. De plus, Nanda, cité par Mauhourat, Raberin et Pernier (2001), révèle la présence de « 74% de classe II²⁷ chez les respirateurs buccaux » (p.90).

Mauhourat et al. (2001) nous rappellent par ailleurs que la ventilation buccale amène une pâleur du visage, des narines peu développées ainsi qu'une faible amplitude thoracique. Clauzade et Marty (1998) ajoutent que les respirateurs buccaux ont généralement une respiration haute, et sont souvent, de fait, mal oxygénés et fatigables. Enfin, sont également notées nombre de positions de repos pathologiques tant au niveau lingual, labial et mandibulaire qu'au niveau du corps tout entier et du tonus général. Au niveau postural, une hypotonie est généralement palpable et la tête se trouve en extension.

1.3.2. La position de repos

Etant en lien direct avec le tonus de la musculature des éléments bucco-faciaux, la position de repos ne résulte pas d'une action consciente mais d'un processus régi par le système nerveux autonome. Elle dépend notamment de la position de la tête dans l'espace. Lejoyeux (2007) rappelle que « *les lèvres sont constamment entr'ouvertes, empêchant la maturation de la fonction labiale* » (p.67). Or « *c'est la position labiale de repos qui est déterminante en ce qui concerne l'influence de la musculature péri-orale sur l'orientation des procès alvéo-dentaires. La perte du joint labial serait significativement liée à un excès vertical antérieur et une tendance à la classe II squelettique* » (Mauhourat & al., 2001, p.86).

Souvent, les sujets présentant une respiration buccale, généralement associée à une déglutition atypique, ont une langue peu tonique et leur position de repos est, de ce fait, rarement correcte. Deffez, Fellus, Gérard et Dugas (1995) indiquent que « *la langue, interposée par ses bords entre les arcades dentaires, ne joue plus son rôle morphogénétique d'expansion* » (p.71), ce qui entraîne bien souvent une endoalvéolie supérieure. En effet, la pression jugale n'est pas équilibrée par la masse linguale, en situation trop basse et postérieure. La mandibule est souvent, elle aussi, en position trop basse avec un écartement trop important par rapport au maxillaire supérieur. De ce fait, les lèvres ne sont pas closes. Selon Bocquet, Moreau, Honoré et Doual (2008) « *si la position mandibulaire de repos est sous la dépendance de la gravité et de la posture générale, on sait aussi qu'elle est le point de*

²⁶ La rétromandibulie évoque un défaut de croissance de la mandibule qui se trouve alors en position postérieure.

²⁷ Les différentes classes sont décrites dans le paragraphe 3.4.1. Les déformations de l'articulé dentaire (p.40).

départ et de retour de toutes les fonctions qui mobilisent directement la mandibule : mastication, déglutition, phonation, respiration et locomotion » (p.116).

1.3.3. La mauvaise posture

Tout d'abord, le diaphragme, dans la mesure où il vient se fixer à certaines côtes et vertèbres, s'avère d'une importance capitale dans le maintien de la région abdominale en bonne position, en exerçant une action sur la statique vertébrale. Aussi, la position de repos mandibulaire, précédemment exposée, est en lien direct avec l'inclinaison de la tête. En effet, l'extension de la tête tend à ouvrir l'espace entre mandibule et maxillaire alors que sa flexion le ferme. Ainsi, la mandibule constamment en ouverture du respirateur buccal provoque généralement une hyperextension du cou. Cet excès de courbure cervicale engendre des déformations tout au long de la colonne vertébrale et notamment une cambrure excessive entraînant une proéminence du ventre. Le système limbique influence également la position de repos mandibulaire : tout effort intense qu'il soit physique ou intellectuel, toute peur, angoisse ou émotion amènent inconsciemment à serrer les dents. Il en est de même pour la vision puisque le faisceau antérieur du muscle temporal se relâche lors de la fermeture des yeux, notamment dans les phases d'endormissement. De plus, la mandibule possède des récepteurs parodontaux en relation avec le système vestibulaire. Cela implique que la posture corporelle dépend de l'équilibre de cette structure (Wogue, 2009).

Pour comprendre les déficits posturaux engendrés par des dysfonctions orales, il convient d'évoquer le concept de chaînes musculaires. Selon Mairlot et Freres (2002) « *les chaînes musculaires sont des ensembles de muscles qui travaillent en synergie* » (p.40). Comme l'indique Busquet (2000), elles « *aident à la compréhension de l'organisation physiologique du corps* » (p.15). Struyf-Denys (1978) est la première à avoir évoqué cette notion. Selon elle, le système musculaire est mécaniquement organisé en une structure unifiée qui détermine l'interdépendance de toutes les parties du corps. Il existe cinq chaînes articulaires réparties en deux axes :

- un axe vertical qui parcourt le corps entre le pelvis et la tête ;
- un axe horizontal où chacun des quatre membres détermine une chaîne articulaire : de l'épaule aux phalanges des mains et de la hanche aux phalanges du pied.

Chaque unité articulaire a une influence sur les autres dans la mesure où son fonctionnement se réalise à partir des chaînes musculaires représentées à tous les niveaux du

système locomoteur. En effet, les chaînes musculaires, tout comme les chaînes articulaires, sont au nombre de cinq et s'organisent, elles aussi, selon l'axe vertical, pour trois chaînes dites fondamentales, et l'axe horizontal, pour deux chaînes complémentaires.

Les chaînes musculaires fondamentales (ANNEXE 15), de l'axe vertical, comprennent :

- La chaîne antéro-médiane (AM) qui s'étend de la musculature buccale et des muscles hyoïdiens antérieurs à l'abducteur du pouce et l'adducteur du gros orteil en passant notamment par la portion sternale du muscle sterno-cléido-mastoïdien et par le grand droit de l'abdomen. Selon Clauzade et Marty (1998), elle correspond à la ligne de gravité antérieure montante et se trouve liée à la fonction de succion-déglutition. Une position linguale postérieure va favoriser la flexion de la tête alors que l'avancée de la langue provoque son extension. Dans les deux cas, l'ensemble de la chaîne s'en trouvera modifié.
- La chaîne postéro-médiane (PM) se compose des muscles de la nuque et des muscles paravertébraux du segment lombaire et dorsal. Elle se prolonge jusqu'aux auriculaires ainsi que jusqu'aux petits orteils et entretient des liens étroits avec la parole et l'ensemble des organes des sens.

Ces deux chaînes sont des chaînes posturales, dites de soutien.

- La chaîne postéro-antérieure-antéro-postérieure (PA-AP) est, quant à elle, une chaîne dynamique. Elle rythme et équilibre les deux chaînes précédemment citées. Elle comprend notamment les muscles respiratoires et participe, en cela, de manière active à la respiration et à la locomotion.

Les chaînes musculaires de l'axe horizontal, elles aussi dynamiques, dominent davantage au niveau des membres. Pour Clauzade et Marty (1998), elles sont dites latéromasticatrices puisqu'elles se structurent lors de cette fonction. Elles sont représentées par :

- La chaîne antéro-latérale (AL) qui commande le rapprochement des membres vers le tronc. En principe, elle domine du côté droit, côté de la préhension et participe à la fermeture buccale. Son prolongement contribue au dynamisme respiratoire PA-AP en renforçant le processus expiratoire.
- La chaîne postéro-latérale (PL) qui est à l'origine de l'éloignement des membres par rapport au tronc. Elle domine plus généralement du côté gauche. Son prolongement contribue au dynamisme respiratoire, cette fois principalement à l'inspiration.

« Cette solidarité (musculaire) est à la base d'une thérapie qui, pour soigner une région du corps, fait appel au corps entier » (Struyf-Denys, 1978, p.14). En effet, la dominance d'une des chaînes musculaires crée une désunion, une incoordination entre toutes les chaînes qui perturbent à la fois la posture et les mouvements des chaînes articulaires.

2. La mastication

2.1. Les structures anatomiques impliquées

2.1.1. Les dents

Il existe quatre types de dents, logées dans la gencive : les incisives, servant à couper, les canines, pour déchirer, les prémolaires et les molaires, toutes deux destinées à broyer.

L'apparition des dents lactéales est un événement majeur dans l'évolution morphologique. D'après Lejoyeux (2007) « elle s'effectue progressivement, selon la règle des quatre six (un groupe de dents chaque six mois) » (p.66). La denture primitive est ainsi en place vers la troisième année et se compose de vingt dents lactéales. Celles-ci sont progressivement remplacées, dès l'âge de six ans environ. La denture définitive termine son établissement vers la douzième année puis, plus tardivement, avec l'apparition ou non des dents de sagesse entre dix-huit et vingt-cinq ans. Elle comptera alors trente-deux dents. Les dents constituent une frontière entre la langue et l'enveloppe fonctionnelle formée par les joues et les lèvres. De plus, elles sont le vecteur de nouveaux récepteurs sensoriels et mécaniques mettant à mal le règne de la motricité faciale par les seuls déplacements mandibulaires.

Chaque organe dentaire est constitué de dentine renfermant la pulpe dentaire. Il se divise en deux parties : la couronne, visible en bouche et recouverte d'émail et la ou les racine(s), ancrée(s) dans les maxillaires et recouvertes de ciment. Le collet constitue la limite entre ces deux parties. Le terme parodonte est employé pour désigner l'os alvéolaire, le desmodonte (ou ligament alvéolo-dentaire) et le ciment radiculaire. Le parodonte assure l'ancrage des dents dans les maxillaires (ANNEXE 16).

2.1.2. Le maxillaire

L'os maxillaire constitue la mâchoire supérieure, la partie antérieure du palais osseux et une partie des orbites de la cavité nasale. Son arcade alvéolaire supporte les dents supérieures.

La croissance maxillaire normale dépend de nombreux éléments fonctionnels. Les premiers sont posturaux, en lien avec la situation des lèvres et celle de la langue au repos par rapport aux arcades dentaires. Les seconds sont dynamiques et correspondent aux éléments du temps buccal de la déglutition, autrement dit aux mouvements de la langue qui modèlent la voûte palatine.

2.1.3. La mandibule

La fosse mandibulaire, plate à la naissance devient mature et concave vers l'âge de six ans grâce à l'action des muscles masticateurs. La mandibule, aussi appelée maxillaire inférieur, est un os pair constitué de deux parties symétriques qui fusionnent pour former la symphyse mentonnière. Elle contient les dents inférieures implantées dans l'arcade alvéolaire. Deux branches montantes, une de chaque côté, se terminent par un condyle, au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire, ainsi que par une apophyse coronoïde où s'insèrent les muscles masticateurs.

La mandibule est en rapport avec quantité de structures, à savoir :

- l'os hyoïde via les muscles sus-hyoïdiens ;
- le processus styloïde de l'os temporal par le ligament stylo-mandibulaire ;
- le processus mastoïdien par le muscle digastrique ;
- la scapula, à distance, par l'intermédiaire de l'os hyoïde et du muscle omo-hyoïdien ;
- le sternum par l'intermédiaire de l'os hyoïde des muscles sous-hyoïdiens ;
- la langue ;
- l'oropharynx ;
- la ceinture scapulaire et le crâne par l'aponévrose cervicale superficielle.

2.1.4. L'articulation temporo-mandibulaire (ATM)

« L'ATM est parcourue par cinq grands nerfs crâniens, qui récoltent l'information sensorielle de toute la face, des muscles oculaires, de la langue et de la bouche, et qui activent ceux des yeux, et ceux de la bouche en vue de la mastication et de la vocalisation » (Hannaford, 1998, p.170). De ce fait, la compression du disque de l'ATM induit une modification du schéma d'équilibration de la tête puis du corps tout entier, en particulier au niveau du système oculo-céphalogyre²⁸. En effet, ce système implique les muscles du cou, des

²⁸ Une aire *oculo-céphalogyre*, située dans le cortex frontal, coordonne les mouvements de rotation de la tête.

yeux et de la mandibule qui forment une unité fonctionnelle. Les centres de la vision influencent le tonus du muscle temporal et donc de l'équilibre de la mandibule.

Les muscles moteurs de l'ATM sont les muscles masticateurs, répartis selon deux classes en fonction de leur action sur la mandibule (ANNEXE 17) :

- les élévateurs qui sont les muscles ptérygoïdiens, le temporal ainsi que le masséter. Il s'agit de muscles traditionnellement considérés comme les acteurs principaux de la mastication. Grâce à eux, la mandibule s'articule en trois dimensions ;
- les abaisseurs qui comportent les muscles digastrique, mylo-hyoïdien et génio-hyoïdien. Ces trois muscles abaisseurs sont reliés à l'os hyoïde dont la stabilité est assurée par les muscles sous-hyoïdiens, en particulier le muscle sterno-cléido-hyoïdien et le muscle omo-hyoïdien. Ce dernier assure la liaison entre la mandibule et la ceinture scapulaire.

Toutefois, certains auteurs incluent, dans cette catégorie musculaire, le buccinateur et l'orbiculaire des lèvres. En effet, le buccinateur, situé au plan profond de la joue et innervé par le nerf facial (VII), est, avec l'orbiculaire des lèvres, le principal acteur de la succion chez les tout-petits avant l'apparition des dents lactéales. Plus tard, c'est ce même muscle qui est à l'origine du recentrage des aliments pendant la mastication. De même, avec l'action conjuguée de la langue et des muscles élévateurs de la mandibule, il est en partie responsable de la progression du bol alimentaire vers le pharynx (Wogue, 2009).

2.2. La physiologie de la fonction

On assiste, lors de la mastication, à une ouverture et fermeture de la bouche, à des mouvements de diduction, correspondant à des mouvements latéraux de la bouche, et enfin à des mouvements de la bouche vers l'arrière. Toutes ces actions de la mandibule vont engendrer des mouvements de rotation de la nourriture. Selon Lejoyeux (2007), « *la mastication d'aliments solides va jouer un rôle considérable dans la maturation de la motricité linguale* » (p.66). En effet, pendant le premier temps de la déglutition, la langue se doit de maintenir le bol alimentaire contre le palais dur et de le répartir dans la cavité buccale afin qu'il soit broyé, tout en évitant d'être elle-même victime du broyage dentaire.

La mastication s'effectue à raison d'une heure par jour. L'appareil masticateur n'est sollicité qu'à ce moment là, provoquant des mouvements latéraux alternatifs grâce au système neuromusculaire. L'excitation nerveuse mandibulaire se fait par l'intermédiaire des dents qui

mastiquent. Afin d'assurer une croissance homogène et symétrique des deux héli-arcades, il est donc nécessaire que les deux héli-mandibules soient stimulées, ce qui n'est possible que si la mastication est bilatérale. Pendant les vingt-trois heures restantes, l'appareil au repos va se constituer une réponse de développement.

2.3. Les mécanismes et les conséquences d'une dysfonction

La dysfonction dans l'acte masticatoire se traduit soit par une unilatéralité lors de la mastication, soit par un manque de résistance pouvant aller jusqu'à provoquer des douleurs, des claquements puis des craquements. Selon Mauhourat et al. (2001) « *la latérodéviation mandibulaire se traduit par une déviation des médianes incisives en occlusion d'intercuspidation maximale*²⁹ » (p.87). Elle est généralement en lien avec une endoalvéolie supérieure ainsi qu'avec une mastication unilatérale du côté de la déviation provoquant inévitablement une croissance latérale mandibulaire et maxillaire asymétrique.

Planas (2006, p.45) insiste bien sur « *l'importance de la fonction pour le développement du système* ». Selon lui, une dysfonction de la mastication va entraîner un défaut de croissance puisque la physiologie de la mastication est en lien direct avec la santé de l'appareil somatognathique. Pourtant, les sociétés modernes tendent à réduire la fonction masticatrice en promouvant une alimentation molle. Ainsi, la mastication finit par se limiter à des mouvements d'ouverture et de fermeture (charnière) alors qu'elle devrait correspondre de manière physiologique à des mouvements latéraux de glissements mandibulaires (diduction).

3. La déglutition

3.1. Les principales structures anatomiques impliquées

3.1.1. La langue

La langue est constituée d'une face inférieure, où s'insère le frein, et d'une face dorsale, elle-même divisée en deux parties : la base de langue et l'apex. Latéralement, elle dispose de bords dont l'épaisseur augmente progressivement entre l'avant et l'arrière. Elle est posée sur

²⁹ L'*occlusion d'intercuspidation maximale* est la position d'occlusion où le rapport d'engrènement dentaire se caractérise par le maximum de contacts inter-arcades.

une armature ostéofibreuse formée par l'os hyoïde, le septum lingual et la membrane hyoglossienne.

Selon Deffez et al. (1995), « chez le sujet denté normal, la langue est appliquée contre le palais, non seulement lors des praxies de déglutition mais également en posture d'inocclusion (dite « posture de repos ») » (p.57).

La musculature linguale a la même origine que celle des membres, pourtant, elle ne fonctionne pas de la même manière. Le mode de proprioception de la langue, par le biais de récepteurs tactiles et grâce aux relations interneuronales [nerfs trijumeau (V), facial (VII), glossopharyngien (IX) et hypoglosse (XII)] dans le tronc cérébral, lui permet une grande plasticité formelle. Pourvue de dix-sept muscles couverts de peau, pauvre en fuseaux neuromusculaires et sans os, la langue peut prendre quantité de positions et se déformer à l'infini. Si elle n'est pas capable de différencier les poids, la reconnaissance de la forme des objets ne lui posera aucune difficulté. Les muscles linguaux (ANNEXE 18) sont de deux catégories. Certains sont dits intrinsèques quand ils prennent naissance dans la langue elle-même : il s'agit des fibres transverses (muscle transverse), longitudinales (muscles lingual supérieur et lingual inférieur) et verticales. Ce sont eux qui donnent sa forme à la langue. Les autres, extrinsèques, servent à ses déplacements et constituent l'attachement aux structures voisines, à savoir l'os hyoïde (hyoglosse), la mandibule (génioglosse), l'apophyse styloïde (styloglosse), le palais mou (palatoglosse), le pharynx (pharyngoglosse), l'amygdale (amygdaloglosse).

Le tableau ci-dessous expose les principaux muscles linguaux et leurs actions :

LES MUSCLES LINGUAUX	LEURS ACTIONS
Le génioglosse	Il plaque la langue sur le plancher buccal et permet de l'antérioriser. Son activité est prédominante chez les respirateurs buccaux.
Le styloglosse	Il amène la langue en haut et en arrière et majore son diamètre transversal postérieur. Par son action, il favorise généralement la croissance transversale de la voûte palatine. Dans les cas de béances incisives, l'image motrice qui le met en jeu n'est souvent pas constituée.
Le pharyngoglosse, l'amygdaloglosse et le palatoglosse	Ils ont tous les trois des actions relativement proches et aident le styloglosse à constituer le « dôme lingual » en permettant une élévation de la langue vers l'arrière.
L'hyoglosse	Il attire la langue vers le bas et vers l'arrière.
Le muscle transverse	Il allonge la langue tout en diminuant sa largeur.
Le muscle lingual supérieur	Il raccourcit la langue.
Le digastrique	Rattaché à l'os hyoïde, il a un rôle primordial dans la succion grâce à son action combinée à celle de l'hyoglosse.

3.1.2. Le pharynx

Il s'étend de l'arrière de la cavité nasale aux premières vertèbres et se divise en trois portions : le nasopharynx, en arrière du nez, l'oropharynx, en arrière de la bouche, et le laryngopharynx, entre le larynx et l'œsophage. Si le nasopharynx est exclusivement propre à la respiration, l'oropharynx et le laryngopharynx constituent un carrefour entre les voies respiratoire et digestive, assurant à la fois le passage d'air comme celui des aliments. Le pharynx se compose de muscles constricteurs, innervés par les nerfs glossopharyngien (IX) et vague (X), facilitant le transport du bol alimentaire. Le nasopharynx a la particularité d'être relié à l'oreille moyenne par les trompes d'Eustache. Ainsi, lors des bâillements et de chaque déglutition, elles vont s'ouvrir et provoquer une égalisation des pressions entre ces deux milieux. Si la trompe n'est pas fonctionnelle, un épanchement de l'oreille moyenne peut se produire, provoquant toutes sortes d'affections telles que des otites.

3.1.3. Le voile du palais

Dans sa partie supérieure, la cavité buccale est limitée, antérieurement, par le palais dur, aussi nommé palais osseux et, postérieurement, par le palais mou, ou voile du palais. Ce dernier est lié latéralement à la langue par l'arc palatoglosse et à la paroi oropharyngée par l'arc palato-pharyngien, que l'on qualifie, pour le premier, de pilier antérieur et, pour le second, de pilier postérieur du voile. Pendant la déglutition, le voile du palais et la luette s'élèvent pour isoler le nasopharynx et éviter tout reflux nasal (Brooker & Gould, 2001).

3.1.4. Le larynx

Il s'étend de la troisième à la sixième vertèbre cervicale et présente une triple fonction. La première est de garantir le passage de l'air entre la trachée et le pharynx, la seconde, d'orienter les aliments vers l'œsophage, et enfin, la troisième, d'assurer les productions vocales. Il est fait de divers cartilages dont les principaux sont l'épiglotte, rattachée au bord supérieur du cartilage thyroïde, le cartilage cricoïde, lien entre le larynx et la trachée et les deux cartilages aryénoïdes. Pendant la déglutition, le larynx est fermé afin d'empêcher l'infiltration d'aliments ou de salive dans les voies respiratoires.

L'os hyoïde constitue, avec la mandibule et l'os temporal, une unité fonctionnelle qui assure le relais entre le tronc et la tête. Il possède, par sa situation et ses insertions de muscles et de fascias³⁰, un rôle stratégique sur la stabilité de la tête, du cou, de la mandibule et de la

³⁰ Les *fascias* correspondent à de fines membranes fibreuses recouvrant des muscles ou une région du corps.

ceinture scapulaire. Son équilibre est primordial pour les fonctions de respiration, déglutition ou phonation. Lors de la déglutition, l'os hyoïde remonte avant de reprendre sa position de repos. A ce moment là, les vertèbres cervicales reculent légèrement entraînant une diminution passagère de la lordose physiologique. Le muscle stylo-hyoïdien agit comme un stabilisateur latéral de cette structure lors de la déglutition (Brooker & Gould, 2001).

3.2. La physiologie de la fonction

La déglutition est un acte à la fois volontaire, réflexe et autonome. Bien qu'un être humain déglutisse durant environ trente minutes journalières, cette fonction reste complexe. Son objectif est double : le plus connu réside dans l'expulsion de la nourriture vers l'œsophage, l'autre, consiste à évacuer la salive et les sécrétions nasales de manière régulière. Toute la difficulté est d'agir en parfaite coordination avec les autres fonctions orales.

La déglutition se scinde en trois phases :

- Le temps buccal : cette phase, sous le contrôle volontaire du cortex, consiste en une préparation du bolus alimentaire. Elle nécessite non seulement la préhension buccale mais aussi une bonne contention labiale, une salivation suffisante et une mastication efficace.
- Le temps pharyngé : il s'agit d'une phase réflexe, très courte (+/- 1 seconde), sous le contrôle bulbaire, qui se définit comme le passage du bolus à l'œsophage. Des mécanismes propulseurs (pression de la base de langue, raccourcissement des muscles constricteurs du pharynx) et protecteurs (inhibition des centres respiratoires, contraction du voile du palais, occlusion glottique, ascension laryngée, bascule de l'épiglotte sur les cartilages aryénoïdes) entrent en jeu de manière successive et coordonnée pour éviter les fausses routes. Ce processus implique les muscles élévateurs de la mandibule, le muscle buccinateur, les lèvres, qui, si elles sont closes, ne sont pas pour autant trop contractées, et la langue, appuyée contre le palais. Les dents sont serrées, on parle d'occlusion en intercuspitation maximale et l'os hyoïde, quant à lui, va légèrement remonter.
- Le temps œsophagien : il permet le transfert du bolus du sphincter œsophagien supérieur jusqu'au cardia sous contrôle nerveux autonome.

Si la déglutition est le plus souvent décrite comme une succession de contractions musculaires, elle n'en reste pas moins soumise à un contrôle nerveux dont le rôle est primordial. En effet, les centres nerveux supérieurs sont en permanence informés par des

afférences sensibles et commandent leurs actions correctrices via des efférences motrices et autonomes. Par ailleurs, Dulguerov et Remacle (2009) indiquent qu'ils travaillent en étroite collaboration avec d'autres centres non seulement respiratoires et phonatoires mais plus largement cognitifs (notion de faim), émotionnels (anorexie, boulimie), digestifs et vomitifs.

Le processeur central médullaire est d'une importance cardinale. Il se situe à proximité des noyaux impliqués dans la déglutition [nerfs crâniens trijumeau (V), facial (VII), glossopharyngien (IX) et vague (X)] ainsi que des noyaux salivaires supérieurs [nerf facial (VII)] et inférieurs (nerf glossopharyngien (IX)). Il est constitué dorsalement du noyau du faisceau solitaire³¹ et ventralement du noyau ambigu. Les premiers réceptionnent et intègrent les afférences sensibles périphériques et corticales, alors que les seconds sont le siège d'efférences vers les noyaux moteurs des paires crâniennes toutes proches.

Au niveau cortical, l'implication se localise en partie dans le cortex sensitivo-moteur pariétal. Toutefois, le gyrus cingulaire antérieur³² et l'insula³³ sont engagés dans l'idéation, la planification et l'initialisation de l'acte de déglutir.

3.3. Les mécanismes de la dysfonction

En cas de dysfonction, la déglutition est souvent qualifiée de primaire, archaïque, immature ou infantile. Elle ne présente pas pour autant des caractéristiques similaires à celle du nourrisson. Il convient donc de parler préférentiellement de déglutition dysfonctionnelle ou atypique. La transition entre la déglutition archaïque et la déglutition typique adulte devrait s'effectuer normalement vers dix-huit mois. Toutefois, il est difficile d'établir avec précision l'âge à partir duquel elle doit être considérée comme un trouble installé. D'après une étude de Grimbert, citée par Deffez et al. (1995), « *La déglutition typique est acquise chez 60% des enfants de 4 ans* » (p.63). Mais, selon Woisard (2006) « *le passage à la déglutition adulte est reconnue pour la majorité des auteurs vers 6 ans* » (p.316).

3.3.1. La langue

Dans un premier temps, l'appui de l'apex est systématiquement déficient. Il peut être rétro-incisif supérieur ou inférieur, selon qu'il vient contre les incisives supérieures ou

³¹ Le noyau du faisceau solitaire est le noyau où se terminent les fibres sensibles du nerf vague (X) et du nerf glossopharyngien (IX) ainsi que les fibres gustatives du nerf facial (VII).

³² Le gyrus cingulaire antérieur est une structure sous-corticale appartenant au système limbique. Il reçoit des afférences du cortex préfrontal et se trouve, de ce fait, impliqué dans la planification du mouvement

³³ L'insula se situe en profondeur dans les replis du cortex.

inférieures, bi-rétro-incisif, dans le cas où il exerce une pression sur la totalité des incisives, ou enfin, en interposition, plus ou moins importante, autrement dit entre les dents.

Les bords de langue peuvent également adopter une position inadéquate, la plupart du temps en se plaçant en interposition molaire, empêchant ainsi l'occlusion dentaire et la contraction des masséters.

Enfin, la partie postérieure de la langue présente fréquemment des difficultés d'élévation au moment de la déglutition.

3.3.2. Les lèvres

Elles sont fortement, voire très fortement, contractées en cas de déglutition dysfonctionnelle afin d'assurer une fermeture.

3.4. Les conséquences d'une dysfonction

« *La fonction crée l'organe et l'organe s'adapte à la fonction* » (Bernard, cité par Planas 2006, p.3).

3.4.1. Les déformations de l'articulé dentaire

Les déformations causées par la déglutition atypique au niveau dentaire sont nombreuses. Elles se traduisent sur plusieurs plans : il peut s'agir d'infraclusions, autrement dit de béances, ou de supraclusions, lorsque le recouvrement est excessif, tant au niveau incisif qu'au niveau molaire. Elle peut également créer des déviations alvéolaires se traduisant par des proalvéolies, lorsque l'os alvéolaire se place vers l'avant de manière trop prononcée, pouvant être aussi bien supérieures, inférieures ou touchant les deux maxillaires à la fois, on parlera alors de bi-proalvéolies. Dans d'autres cas, on observe des rétroalvéolies, quand l'os alvéolaire se situe cette fois-ci vers l'arrière, toujours corrélées à des supraclusions et pouvant recouvrir les mêmes modalités que les proalvéolies (Maurin, 1988).

Les orthodontistes utilisent généralement les classes d'Angle afin de déterminer l'existence de déformations sur le plan sagittal au niveau molaire. Ainsi, il existe trois classes différentes :

- La classe I correspond à un rapport molaire normal ;
- La classe II se subdivisant en deux parties, la classe II.1 pour les cas de surplomb incisif excessif et la classe II.2 lorsque ce n'est pas le cas et que les incisives sont en

linguoversion³⁴. Dans les deux cas, la première molaire supérieure est en avant d'une demi-cuspide par rapport à la première molaire inférieure ;

- La classe III représentant une projection antérieure de la mandibule.

Une remarque toutefois, les déformations de l'articulé dentaire peuvent tout aussi bien être la cause que la conséquence d'une perturbation d'une ou plusieurs fonction(s) orale(s).

3.4.2. Les troubles articulatoires

L'articulation des phonèmes repose, pour certains, sur des points d'articulation très proches de ceux de la déglutition. Ainsi, on relève souvent dans le cadre de déglutitions atypiques une antériorisation de la zone d'appui pour les phonèmes /t/, /d/, /n/, /gn/, /l/, se traduisant par un appui rétro-incisif de l'apex, pouvant dans certains cas aller jusqu'à entraîner des sigmatismes, notamment pour les phonèmes /s/, /z/, /ch/ et /j/, lorsque la langue est en interposition ou lors de mauvaise fermeture des bords latéraux (Maurin, 1988).

4. L'articulation

4.1. Les structures anatomiques impliquées

Elles sont en grande partie similaires à celles de la déglutition. Ainsi, la langue, le pharynx, le voile du palais et les lèvres en sont les principaux acteurs avec le larynx.

Il convient simplement d'ajouter une partie anatomique du larynx qui initie la production vocale. Il s'agit des cordes vocales. Elles s'ancrent sur les cartilages aryénoïdiens qui se présentent sous la forme d'une sorte de pyramide. De fait, les déplacements aryénoïdiens résultant de la contraction et du relâchement des muscles laryngés vont jouer sur l'écartement des cordes vocales qui, en recevant l'air expiré provenant de la trachée, vibrent et provoquent la phonation.

4.2. La physiologie de la fonction

L'articulation est considérée comme normale lorsqu'elle n'altère pas l'équilibre musculaire à l'origine d'un articulé dentaire sain et d'une production sonore correcte. En

³⁴ La *linguoversion* correspond à une inclinaison dentaire vers l'intérieur de la cavité buccale.

effet, chaque phonème requiert des points articulatoires très précis. Tout comme dans la déglutition, la langue revêt une importance capitale puisque ses déplacements génèrent une modification des cavités de résonance.

L'articulation se définit selon les caractéristiques suivantes (Woisard, 2006) :

- le lieu d'articulation, autrement dit le point précis où s'accomplit le rétrécissement ou le contact articulatoire. Il porte le nom de structures anatomiques et peut-être, dans la langue française : palatal, uvulaire, alvéolaire, dentaire, labial, dorsal ou apical, lors de la production des consonnes. Pour les voyelles, il est déterminé par la position de la langue dans la cavité buccale. Un [i] par exemple se fait avec une position linguale antérieure alors qu'un [o] exige une position plus postérieure de la langue qui devra se bomber vers l'arrière, réduisant ainsi le volume de la zone pharyngée. La position des lèvres a également un rôle à jouer sur les voyelles. Elles sont plus ou moins arrondies ou étirées.

- le mode articulatoire, qui correspond à la manière dont l'air passe en fonction du degré d'aperture. Il peut, quant à lui, être : occlusif, dans les cas de fermeture complète momentanée du conduit vocal ; constrictif, dans les cas de rétrécissement du conduit ; latéral, s'il y a resserrement médian et passage d'air latéralement ; ou vibrant, lorsqu'il s'agit de légères occlusions médianes répétées. Le mode d'articulation des voyelles se définit par le degré d'aperture, de la voyelle la plus ouverte [a] à la plus fermée [i].

- les traits articulatoires, utilisés pour décrire le mode de fonctionnement laryngé et vélaire. Ainsi, les phonèmes sont qualifiés de voisés ou sonores, lorsqu'ils nécessitent la vibration des cordes vocales et de non voisés ou sourds, dans le cas inverse. De plus, les phonèmes demandant une résonance nasale grâce à un abaissement du voile du palais sont dits nasaux par opposition à ceux qui sollicitent une élévation du voile alors qualifiés de phonèmes oraux. Les voyelles n'ont que deux modalités pour les traits articulatoires. Elles peuvent être nasales ou non mais elles sont toutes sonores.

4.3. Les mécanismes de la dysfonction

L'articulation des phonèmes repose sur des points d'articulation très précis. Lorsqu'ils ne sont pas respectés, même si les déformations sont parfois inaudibles, l'articulation est considérée comme perturbée. Ces perturbations sont multiples dans le sens où elles peuvent toucher chaque phonème. Nous décrirons ici uniquement celles qui affectent les consonnes et

qui, par leurs points d'appui, peuvent avoir des répercussions sur l'articulé dentaire. Elles touchent les phonèmes suivants :

- /t/, /d/, /n/, /gn/, pour lesquels l'appui lingual n'est plus apico-dental, autrement dit derrière les incisives supérieures, comme il devrait l'être. L'occlusion altérée s'opère généralement soit par poussée de l'apex contre les incisives supérieures, soit par interposition linguale entre les incisives ;

- /s/, /z/, dont le point d'appui devrait normalement coïncider avec celui des phonèmes précédemment cités mais pour lesquels le mode articulaire n'est cette fois pas occlusif mais constrictif. Ainsi, lorsque ces phonèmes sont déviés, l'appui de l'apex est, comme précédemment, antériorisé, ce qui altère souvent la production sonore. On parle alors de sigmatisme interdental ;

- /l/ pour lequel l'appui peut une fois encore être trop antérieur allant jusqu'à créer une lallation, autrement appelé lambdacisme, en cas d'interposition linguale entre les incisives ;

- /ch/ et /j/, dont l'altération la plus fréquente consiste en une interposition ou une mauvaise fermeture des bords latéraux de la langue, parfois à l'origine d'un schlintement.

4.4. Les conséquences d'une dysfonction

Selon Woisard (2006), les troubles de l'articulation isolés « *ne génèrent pas assez de force pour créer des dysmorphoses* » (p.329). Toutefois, associée à une déglutition dysfonctionnelle, la production altérée de certains phonèmes peut nuire à l'équilibre dentaire. Les forces mises en jeu, similaires aux forces pathologiques exercées lors de la déglutition, majorent les déformations dentaires provoquées par une déglutition dysfonctionnelle, décrites ci-dessus. Il est à souligner que l'articulation de phonèmes pouvant contribuer à ces déséquilibres représente une durée moyenne de dix minutes par jour.

Ces quatre fonctions, bien que traitées ici séparément pour plus de clarté, sont en réalité très étroitement liées. Elles fonctionnent ensemble et, la plupart du temps, l'apparition de déséquilibres dans l'une d'elles affectera l'ensemble de ces fonctions.

Chapitre 4 : La réorganisation neuro-fonctionnelle ou méthode Padovan®

1. L'historique

A l'origine, Mme Beatriz Padovan, fondatrice de la méthode éponyme il y a maintenant quarante ans, exerçait le métier d'enseignante en primaire à l'école Steiner de Sao Paulo (Brésil). Dans le courant de sa carrière, elle a été amenée à constater que, chaque année scolaire, il y avait de manière quasi systématique trois ou quatre élèves en difficulté et ce malgré ses efforts d'adaptation pédagogique. Elle a expérimenté ce que l'on appellerait aujourd'hui du soutien scolaire et là, elle a remarqué que ces élèves arrivaient toutefois à apprendre, mais avec davantage de temps ce qui est, somme toute, le constat que sont amenés à faire nombre d'enseignants. Cependant, l'amélioration constatée disparaissait lorsque la classe était entière, puisque ces enfants semblaient avoir perdu les connaissances qu'ils paraissaient avoir acquises.

Poursuivant ses investigations, elle a également observé, durant les activités manuelles et sportives, que l'expression corporelle, le rythme, l'orientation spatio-temporelle et la motricité fine, entre autres, étaient tout aussi difficiles pour ces élèves. Soucieuse d'améliorer sa réponse pédagogique, Mme Padovan a suivi des études d'orthophonie et a, par ailleurs, approfondi à cette occasion les travaux de Ruldolf Steiner, philosophe autrichien et de Temple Fay, neurochirurgien américain. Elle a en outre complété sa formation par un cursus d'orthodontie qui lui a permis d'établir des rapprochements entre la neuromotricité de la tête et l'installation de la parole mais également entre les dysfonctions orales et les malocclusions.

C'est grâce à ces savoirs et à toutes les références citées ci-dessus qu'elle mit au point la réorganisation neuro-fonctionnelle, dite méthode Padovan®. Certes, on peut s'interroger sur l'intérêt de la présence d'un courant philosophique dans la mise au point d'une thérapie, mais il convient de préciser que la réflexion initiée par Steiner, sur la médecine, fait référence à « l'observation et au penser » qui seraient les bases de toute connaissance. L'approche initiale de ce dernier s'appuyait sur un postulat : la nature n'opère ni par la chance, ni par le hasard. Cette conception rejoignait la démarche empirique de Mme Padovan qui a mis au point des déclinaisons pratiques de certaines facettes de la conception philosophique de Steiner.

2. L'interdépendance marcher/parler/penser

2.1. Les travaux de Steiner

Rudolf Steiner, a inspiré quelques aspects de la méthode Padovan® notamment lors d'une conférence intitulée « marcher-parler-penser » qu'il donna à Ilkley le 10 août 1923. Il y décrit les liens qui unissent la marche, le langage et la pensée. Afin d'appréhender correctement cette théorie, il convient de préciser à quoi font référence ces étapes de développement selon son auteur.

- Marcher : généralement, la marche est considérée comme acquise à la fin de la première année, ce qui correspond au moment où l'enfant lâche ses mains et commence à se déplacer. En réalité, pour Steiner, cette étape correspond à la verticalisation. La marche croisée n'arrivera que vers trois ans permettant au corps de ne plus fonctionner comme un tout grâce à une dissociation des ceintures scapulaire et pelvienne. Pour lui, le processus de la marche est long et complexe et se termine vers sept ou huit ans, avec l'acquisition d'une latéralité stable. La marche met en jeu le cortex primaire.

- Parler : il s'agit de la capacité qu'a l'être humain de codifier le langage pour communiquer. Elle se développe dès la vie fœtale, avec le réflexe de Hooker, le couple succion-déglutition, et se poursuit à la naissance avec la respiration, les premiers cris, les pleurs et les premières vocalisations. Selon Steiner, la naissance du langage oral pourrait être divisée en trois phases d'acquisition. D'abord, le « dire » qui correspond à l'émission, la verbalisation des émotions, principalement sous forme de syllabes. Ensuite, le « nommer » qui, comme son nom l'indique, correspond au fait de donner des noms aux choses par le biais des mots. Et enfin le « parler » qui constitue l'élément social dans le langage au moment de l'émergence des phrases. Lors de cette dernière étape, l'enfant prend en compte l'autre et utilise désormais l'outil langage pour communiquer réellement. On considère généralement le langage oral comme maîtrisé à ce moment-là, aux alentours de deux ans, lorsque l'enfant devient capable de mettre en forme ses premières phrases. Toutefois, la qualité de la latéralité va également contribuer à celle du langage. Le faisceau arqué apparaît d'ailleurs myélinisé vers la septième année de vie. Ainsi, plus la latéralisation hémisphérique du langage est claire, plus les informations vont circuler rapidement et efficacement. L'ambidextrie crée, au contraire, une sorte de compétitivité entre les deux hémisphères et nuit à la vitesse du

traitement des informations. Le langage correspond à l'activation des régions du cortex secondaire.

- Penser : il existe quantité de définitions différentes à ce terme. L'acception retenue par Steiner sera l'étape du « je » au cours de la troisième année qui constitue le premier germe de l'abstraction puisque ce pronom n'est pas propre à une personne en particulier mais que tout le monde peut l'employer. L'enfant qui nomme désormais les objets concrets, devient peu à peu capable de les identifier sur des images ou des dessins qui les représentent. Il commence à comprendre que le nom des choses n'est pas spécifique à un seul et unique objet mais qu'il désigne l'ensemble des objets identiques entre eux selon certains critères qui en font leur spécificité. L'éveil de la pensée correspond au moment où l'enfant est capable d'actions émancipées du corps. Les représentations du temps se forment peu à peu. La pensée doit permettre d'articuler les choses les unes avec les autres, d'apprendre, de mémoriser et de sortir d'un conditionnement pour tendre vers l'adaptation. Elle est révélatrice de l'activité du cortex tertiaire, associatif, et se construit notamment à partir d'images mentales reliant images, sons et sensations. Ces réseaux vont continuer à croître jusqu'à atteindre leur maturation fonctionnelle aux alentours de vingt et un ans. Naturellement, bien que cette capacité soit jugée efficace vers trois ans, on peut en voir les prémices beaucoup plus tôt dans le développement de l'enfant. C'est ce qu'exposent les travaux des nativistes, comme Baillargeon, Spelke et Wassermann (1985), cités par Fournier et Lécuyer (2009), qui ont établi un protocole expérimental permettant de mettre en évidence la présence de la permanence de l'objet chez des nourrissons dès trois mois et demi. Ils ont également démontré de nombreuses compétences précoces notamment en termes de catégorisation, de calcul, de théorie de l'esprit et de langage.

La marche est considérée par Steiner comme la base des autres étapes. Toutefois, le fait d'avoir des troubles de la marche ne va pas forcément entraîner des troubles dans les autres concepts. Parfois, les compensations peuvent même être bénéfiques et développer des compétences brillantes. Ce n'est que lorsqu'il y a souffrance ou blocage dans les activités plus raffinées que le thérapeute Padovan® intervient.

D'un point de vue structurel, ces trois compétences sont semblables en plusieurs points.

Tout d'abord, elles se présentent comme des formes de **langage**. En effet, le « marcher », dans sa phase d'acquisition passe par des mouvements qui traduisent une communication corporelle. Aussi, la façon de marcher de quelqu'un peut en dire long sur sa

personnalité, son humeur et peut constituer, en soi, une communication non verbale. « Parler » est certes la manière la plus connue et la plus courante de représentation du langage. Toutefois, il convient d'ajouter le « penser » qui, par ses compétences plutôt sensorielles et internes, représente une forme de langage intériorisé.

En plus d'être des langages, ces trois compétences apparaissent également comme des **mouvements**. Hauert, cité par Bertsch & Le Scanff (1995), a d'ailleurs affirmé qu' « *il est peu de conduites humaines qui ne s'expriment pas (...) par le biais de mouvements et/ou de postures* » (p.212). Hannaford (1998) ajoute que « *le mouvement (...) joue un rôle important dans la création des réseaux de neurones qui sont en fait à la base même de l'apprentissage* » (p.15). En effet, celui-ci est chargé de rassembler un ensemble de sensations qui nous informent tant sur le monde extérieur que sur nous-mêmes.

Un mouvement se décrit par son espace et sa temporalité. Le « marcher » se fait par la répétition d'une séquence de mouvements, suivant un rythme donné, plus ou moins rapide. Ces mouvements ont besoin d'un espace relativement important pour exister et d'une énergie suffisante. Les mouvements à l'origine du « parler », quant à eux, évoluent dans un espace plus restreint que ceux de la marche. Cependant, si le nombre de structures anatomiques impliquées est moindre, le rythme et la temporalité n'en sont pas moins primordiaux et accélérés. La temporalité se réalise notamment par l'agencement des phonèmes, des mots dans la phrase. Pour terminer, les mouvements du « penser », invisibles, occupent un espace d'autant plus rétréci puisqu'ils ne sortent pas de l'espace interne. Leur vitesse est, de fait, infiniment accrue. Totalement indépendants de la pesanteur, leur liberté de traitement est sans limite : on peut en permanence passer d'une chose à une autre avec une extrême rapidité et tout est désormais permis. Toutefois, la pensée demeure intrinsèquement liée au corps. En effet, elle a nécessairement besoin de lui pour se manifester (quand nous parlons, écrivons, jouons de la musique...). Aussi, Hannaford (1998) signale que « *les connexions neurales entre le cortex moteur et l'aire du raisonnement formel soulignent l'importance du mouvement pour gérer la pensée* » (p.122) et insiste sur le fait que « *le mouvement éveille et active nombre de nos capacités mentales* » (p.131).

D'un point de vue neurologique, les compétences que sont la marche, la parole et la pensée sont étroitement liées. En effet, « *le ganglion basal (...) est activement impliqué dans le mouvement, la pensée et la parole. Il orchestre la motricité grossière à partir du cervelet, et la motricité fine à partir du cortex moteur du lobe frontal, afin d'adapter le mouvement basé sur la pensée, parole comprise* » (Hannaford, 1998, p.122).

2.2. Le rapprochement avec les théories de Piaget

Pour Piaget, l'intelligence sensorimotrice arrive à son paroxysme avant l'émergence du langage. Aussi, il définit l'intelligence comme le résultat d'une expérience motrice intégrée et intériorisée. Les différents stades de développement selon Piaget et Inhelder (cités par Trocmé-Fabre, 1987, et par Fournier & Lécuyer, 2009) sont :

- le stade sensori-moteur (de 0 à 2 ans) : il s'agit du passage d'une activité réflexe à une activité volontaire. A ce moment, on assiste à une poussée des aires associatives et du lobe préfrontal. Ainsi, l'enfant est capable de relier certaines perceptions, lui permettant, entre autres, de reconnaître la voix de sa mère ou d'orienter sa tête dans la direction d'un stimulus sonore. Le développement du corps calleux s'opère : le nombre de fibres croît de manière exponentielle (de 13000 fibres à la dixième semaine de vie fœtale à 144 millions à 5 mois) et la myélinisation naissante permet déjà la coordination de l'œil et des mains.

- le stade préopératoire (de 2 à 6 ans) : il correspond à la période pendant laquelle les fonctions sémiotiques et l'utilisation des signifiants (par signes ou symboles) apparaissent. La pensée de l'enfant, jusqu'alors égocentrique et indifférenciée de l'environnement, va peu à peu se décentrer grâce à la permanence de l'objet. Ainsi, l'enfant commence à percevoir qu'un objet, même hors de son champ de vision, continue d'exister. De plus, la fonction symbolique lui permet l'imitation, le jeu symbolique, le dessin, le langage... Jeannerod (2005) confirme que vers trois ou quatre ans, l'enfant accède à la représentation. La réalité n'est plus ce que l'enfant perçoit. Elle est désormais contenue dans des états invisibles, les états mentaux, auxquels il accède en se les représentant. Ainsi, il parviendra à appréhender les états d'esprit des autres. C'est aussi à cette période qu'il devient capable de « faire semblant ». D'un point de vue neurologique, de deux à six ans, on assiste à un développement du lobe préfrontal (utile pour l'anticipation des gestes et leurs conséquences) ainsi que des aires de réception auditive. Le faisceau arqué est alors myélinisé.

- le stade des opérations concrètes (de 6 à 12 ans) : l'enfant devient capable de réaliser des actions intériorisées et réversibles, portant sur des objets ou des choses concrètes. Les aptitudes logico-mathématiques prennent forme. Neurologiquement, les aires associatives visuelle, auditive et motrice s'enrichissent considérablement et le développement des lobes frontaux, plus lent, se poursuit.

- le stade des opérations formelles (de 11/12 ans à 14/15 ans) : lors de cette étape, les actions hypothético-déductives parviennent à être réalisées.

Selon Piaget, cité par Trocmé-Fabre (1987, p.59) « *chaque stade est préparé par le précédent* », ce qui implique qu'une dysfonction dans un des stades aboutit inévitablement à un sous-développement cognitif. Ceci concorde avec les données de Steiner qui affirme que l'étape de la marche prépare celle de la parole qui elle-même prépare la pensée. On retrouve au cours du stade sensori-moteur l'étape du « marcher » décrite par Steiner alors que celles du « parler » et du « penser » s'installent lors du stade préopératoire. Il a par ailleurs été démontré que dans un environnement stimulant, la durée des différents stades de développement peut diminuer de manière sensible.

3. L'organisation neurologique selon Temple Fay et son équipe

3.1. L'acquisition de la marche et la naissance de la méthode Doman

Temple Fay, neurochirurgien américain du début du XXème siècle, a toujours défendu l'existence d'une plasticité cérébrale en contradiction avec l'opinion de ses contemporains. Avec son équipe (Doman, Delacato, Scott, Spitz, Dart, LeWinn), il a observé des enfants d'origines diverses afin de déterminer des critères totalement indépendants des cultures dans l'apprentissage de la marche. Il s'avisa alors que, si aucun obstacle interne ou externe ne venait les en empêcher, tous les enfants du monde franchissaient les mêmes étapes pour cet apprentissage et réalisaient les mêmes mouvements préliminaires dits « neuro-évolutifs ». Temple Fay répertoria cette succession de patterns de base et mit en place un programme de rééducation, connu sous le nom de méthode Doman. Celle-ci consiste, dans un premier temps, à repérer le niveau de développement où demeurent d'éventuelles défaillances pour chaque domaine (visuel, auditif, tactile...) avant de reprendre le développement à cet endroit précis. Afin d'obtenir des résultats, Doman et Delacato préconisent une rééducation quotidienne.

3.2. La neuro-évolution

Temple Fay établit que le développement de chaque individu (ontogénèse) récapitule, par certains aspects, l'évolution des espèces (phylogénèse). En d'autres termes, tout se passe

comme si l'enfant revisitait les étapes du développement des espèces (ANNEXE 19). Ainsi, le fœtus s'apparenterait au poisson. Il vit en milieu aquatique, libéré de la pesanteur et correspond au premier système nerveux qui ait existé sur terre. A la naissance, le nourrisson rampe, ce qui le rapproche du comportement reptilien : le ventre est en contact avec le sol alors que les membres sont libérés. Par la suite, il ressemble au singe, accroupi, avec libération totale des membres supérieurs, arborant, par moments, une marche primitive sans dissociation entre le haut et le bas du corps. Viennent enfin la verticalisation et l'acquisition de la marche croisée, caractéristiques de l'espèce humaine.

MacLean (1964), cité par Trocmé-Fabre (1987) et par Clauzade et Marty (1998), du National Institute of Mental Health aux Etats-Unis, a proposé un modèle structural permettant de définir trois niveaux de traitement et d'organisation de l'information correspondant aux différentes étapes de notre évolution. Comparés respectivement à un reptile en laisse, à un cheval sans cavalier et à un cavalier, il distingue alors « trois cerveaux » :

- Le cerveau reptilien ou complexe-R, qui se compose du tronc cérébral, de la formation réticulée, du mésencéphale, du cervelet et des ganglions de la base. Les cellules y sont en amas contrairement au cortex où elles sont réparties en couches. Ce cerveau, fait de mémoire ancestrale, s'appuie principalement sur des habitudes et des automatismes et ne peut s'adapter face à des situations nouvelles. Il est uniquement capable de prendre des décisions de survie en s'appuyant sur des données sensorielles. C'est lui qui gère l'oralité.

- Le cerveau mammalien, ou cerveau émotionnel, correspond au système limbique. Il est construit autour du premier niveau et comprend l'amygdale, le septum et les noyaux thalamiques antérieurs. A l'origine d'une plus grande liberté décisionnelle, il s'avère capable de mémoriser des situations nouvelles et de les classer suivant leur aspect positif ou négatif. Ce cerveau agit comme un véritable relais : toutes les informations provenant des organes des sens (hormis celles relatives à l'olfaction) transitent par cet étage avant d'être intégrées dans les centres supérieurs. Les cerveaux reptilien et limbique sont intimement liés, puisqu'imbriqués l'un dans l'autre. Ils permettent la combinaison des informations intérieures et extérieures si bien qu'on ne peut plus en distinguer la provenance.

- Le néo-cortex correspond au cavalier. Il traite les informations provenant des organes sensoriels, les images mentales mais surtout il permet le langage, la parole, la lecture, l'écriture, le raisonnement, l'anticipation et bien d'autres fonctions complexes appelées fonctions cognitives.

Les lobes frontaux pourraient constituer un quatrième cerveau. En effet, ils correspondent à la dernière poussée cérébrale et continuent de se développer même après l'adolescence.

3.3. Les mouvements neuro-évolutifs

L'observation des mouvements d'une personne permet de déterminer ce qui se passe dans son corps et son degré de maturation. La méthode Padovan® se sert précisément des mouvements neuro-évolutifs suivants comme base de la rééducation.

3.3.1. La marche (déplacements)

Il s'agit de tous les mouvements qui mènent à la verticalité et permettent de se dégager de la pesanteur. Au début, on a besoin de tout le corps pour se déplacer, puis, peu à peu, juste des pieds avec la possibilité de décrocher du sol de manière brève et temporaire (sauts, cloche-pied).

3.3.2. Les mains (bras)

Les actions réflexes des premiers temps deviennent de plus en plus contrôlées. Au départ, la marche s'accompagne d'un déplacement conjoint du bras et de la jambe homolatérale. On parvient ensuite à la marche croisée avant d'être capable de marcher sans l'aide des mains, tout en manipulant un objet par exemple. Toutefois, la ceinture scapulaire reste en lien avec les membres inférieurs puisqu'elle opère une rotation croisée par rapport à la ceinture pelvienne. Aussi, dès lors que l'on recherche davantage de rapidité, la participation des mains redevient nécessaire.

3.3.3. Les yeux

Tout comme pour les mains, les premières actions sont réflexes, notamment avec le réflexe photomoteur. Les mouvements apparaissent ensuite et deviennent progressivement horizontaux, verticaux, diagonaux, de convergence et de divergence. Enfin, l'un des deux yeux va être déterminé comme étant l'œil directeur. Outre leur rôle dans l'orientation, les yeux ont une fonction d'équilibration lors de la marche et guident les gestes de la main pour les actions de préhension. Ils servent également de support pour la pensée en images, l'imagination et la visualisation interne.

3.3.4. La bouche

La bouche d'abord a recours aux mêmes circuits nerveux qui se différencient ensuite en rapport avec le but de la fonction, nutritive ou langagière. C'est elle qui assure généralement le passage des idées.

Les articulations temporo-mandibulaires sont les vecteurs de la qualité de la posture. Ce sont les articulations les plus innervées qui présentent des projections très importantes sur le cervelet (tout comme la langue). L'occlusion influence donc non seulement la bouche mais également la posture et la marche.

3.3.5. Les mouvements végétatifs

A un stade primitif, les mouvements végétatifs sont ceux de la musculature lisse³⁵ et assurent le maintien de la vitalité. A un niveau plus raffiné, on parle d'émotions, observables grâce à la cognition dès lors qu'elles sont ressenties et nommées. Ces dernières sont particulièrement visibles sur le visage puisque la plupart de ses muscles sont innervés par des paires crâniennes du système nerveux autonome. Ce système, également qualifié de végétatif, possède une influence considérable sur les autres. Il est en lien avec les mouvements des bras, reliés au cœur et aux poumons, pouvant révéler les émotions (accueillir, rejeter), avec les yeux (sur les cinq nerfs crâniens qui innervent les yeux, deux sont issus du système nerveux autonome) exprimant les pleurs ainsi qu'avec la bouche (tapissée de nerfs crâniens du système nerveux végétatif) qui émet les signes extérieurs de nombreuses émotions comme le rire, les pleurs, l'intonation... Le système végétatif influe également sur la qualité de légèreté des mouvements. La fatigue, par exemple, peut modifier la perception que nous avons de notre propre corps.

Il est très difficile de fragmenter tous ces éléments par rapport au système nerveux puisque tout est neurologiquement imbriqué. En effet, selon Hannaford (1998), même si nous avons coutume de les dissocier pour des besoins didactiques et parfois même de les opposer radicalement, *« le corps, la pensée et l'émotion sont intimement liés par des réseaux neuraux intriqués, et fonctionnent comme une entité unique pour enrichir notre savoir »* (p.67). L'ensemble de ces mouvements neuro-évolutifs détermine la qualité de tous les autres. Si on observe un enfant en bas âge face à un objet, on s'aperçoit que, dans un premier temps, il fait une analyse visuelle permettant à l'œil de percevoir. Puis, la main le saisit, grâce à l'intégrité

³⁵ La musculature lisse est sous le contrôle du système nerveux végétatif et agit donc de manière involontaire et inconsciente.

de la coordination oculo-manuelle, avant de l'amener vers la bouche. En effet, l'existence d'un grand nombre de récepteurs tactiles autour des mains et de la bouche leur permet de sentir pleinement l'objet et d'enrichir leur perception visuelle.

4. Les grands principes de la RNF

« Nos cinq systèmes sensoriels et notre motricité sont bien plus qu'un assemblage de pièces détachées. L'ontogénèse, le développement de l'individu après la fécondation jusqu'à l'âge adulte, démontre à quel point nos systèmes sensoriels sont imbriqués les uns dans les autres, dépendent les uns des autres et coopèrent bien avant la naissance du nouveau-né pour construire l'unité et la complexité de l'individu » (Trocmé-Fabre, 1987, p.50).

Beatriz Padovan, après avoir mené ces observations scientifiques, proposa sa méthode axée sur la récapitulation des mouvements neuro-évolutifs précédemment cités au cours de chaque séance. Celle-ci dure généralement entre 45 minutes et une heure. Il s'agit donc de retracer le développement de la marche, des mains et des yeux. A cela, elle ajouta le fruit de son savoir sur les fonctions oro-faciales en incorporant une séquence sur les fonctions réflexes végétatives orales qui préparent à la parole, à savoir la respiration, la succion, la mastication et la déglutition. L'objectif de cette récapitulation ontogénétique, à la fois sensorielle et motrice, est de permettre la maturation du système nerveux dans son intégralité et de faciliter le trajet des informations afférentes et efférentes.

Trois facteurs sont indispensables : le rythme, la répétition et la régularité. En effet, le système nerveux a besoin de répétition et de régularité pour inscrire de manière stable les informations reçues. De plus, pour Platon, cité par Trocmé-Fabre (1987, p.96) *« le rythme, c'est l'ordre dans le mouvement »*. Ainsi, tout au long de la séance, des poèmes et/ou comptines sont récités pour accompagner chaque exercice. Ceci permet de donner un rythme aux mouvements réalisés et de stimuler l'attention auditive, l'écoute et donc le système vestibulo-cochléaire tout en donnant un modèle de langage.

PARTIE PRATIQUE

Problématique et hypothèses

Comme rappelé dans les pages précédentes, la déglutition fait partie des grandes fonctions de la sphère orale. Une fonction se définit comme un ensemble d'opérations concourant au même résultat et exécutées par un ou plusieurs organe(s) conformément à leur destination naturelle. Cependant, dans ses travaux le médecin-naturaliste Lamarck, fondateur de la biologie et précurseur de la théorie de l'évolution des espèces de Darwin, arrive à la conclusion : « la fonction crée l'organe ». Ainsi, toute fonction nécessaire à la subsistance d'un être vivant détermine l'apparition des moyens de l'accomplir. Mais Lamarck conclut qu'il s'agit plus qu'une auto-organisation, déterminée une fois pour toutes, puisqu'elle est auto-catalytique, c'est-à-dire qu'elle engendre elle-même les conditions propres à son développement. Lamarck emploie les expressions de « progrès dans l'organisation » et de « perfectionnement des organismes » au cours des temps qui est la définition même de la phylogénèse.

Toutefois, comme certains auteurs cités dans la partie théorique l'ont indiqué, la phylogénèse, l'histoire évolutive de l'espèce à laquelle appartient un individu, est en partie retracée dans l'ontogénèse, l'histoire de cet individu en particulier. Or, c'est précisément l'ontogénèse qui est employée par la méthode Padovan® en vue de procéder à une réorganisation du système nerveux. D'ailleurs, cette méthode est également appelée « réorganisation neuro-fonctionnelle » et présente, dans son appellation, le terme « fonctionnel » qui renvoie à une notion de bonne adaptation à la fonction concernée.

A l'inverse, la déglutition demeure, dans certains cas, dysfonctionnelle et tend vers un dysfonctionnement dans le processus physiologique. Bien souvent, le dysfonctionnement touche alors les autres fonctions orales en occasionnant une respiration buccale, une mauvaise position de repos mandibulaire, des troubles articulatoires ou encore une mastication inefficace. Autant de dysfonctions qui mènent à des conséquences désastreuses sur les structures anatomiques dento-faciales. Ces structures étant en lien avec quantité d'autres, les conséquences observées peuvent ainsi s'étendre à l'ensemble du corps et engendrer notamment une posture inadéquate.

Notre travail a donc pour objet l'étude d'une rééducation orthophonique de déglutition dysfonctionnelle. Il s'agit d'observer des déglutitions atypiques présentes chez des enfants en denture mixte, autrement dit entre 7 et 10 ans, période charnière entre la denture lactéale et la

denture définitive où, comme l'affirme Slavicek (1993), cité par Mauhourat et al. (2001), l'enjeu de la prise en charge des dysfonctions est capital. Une étroite collaboration avec un orthodontiste a, de fait, été mise en place afin d'analyser dans quelle mesure le rétablissement fonctionnel oro-facial peut produire d'éventuelles modifications sur l'articulé dentaire et les structures osseuses encore malléables à cette période de la vie.

La méthode Padovan®, en proposant lors de chaque séance une séquence évolutive complète, peut-elle venir à bout d'une déglutition atypique ? Aussi, est-il possible d'observer, avec ce type de prise en charge, une évolution favorable sur les dysfonctions orales associées et/ou sur la posture ? Par ailleurs, le rétablissement d'une déglutition fonctionnelle, antérieurement à la mise en place de la denture définitive, peut-il contribuer, à lui seul, à rétablir un certain équilibre dans la croissance dento-squelettique ?

L'hypothèse de départ de ce travail est d'étudier les apports de la RNF appliquée à des rééducations orthophoniques de déglutition dysfonctionnelle et d'évaluer subséquemment le rétablissement d'une respiration nasale, d'une mastication fonctionnelle et d'une posture adaptée. De plus, deux bilans orthodontiques, initial et final, devraient permettre de mesurer objectivement les éventuelles conséquences de la rééducation sur le massif dento-facial.

Protocole expérimental

1. La population

1.1. Les critères d'éligibilité

Les critères d'inclusion sont :

- les enfants entre 7 et 10 ans, se situant dans un stade de denture mixte ;
- les patients présentant une déglutition atypique associée à d'autres désordres dans les fonctions orales (respiration buccale, troubles articulatoires...) ;
- les patients dont la déglutition dysfonctionnelle engendre des retentissements néfastes sur l'équilibre dentaire et/ou osseux ;
- les patients prêts à entamer une rééducation orthophonique exclusivement basée sur la RNF.

Les critères d'exclusion sont :

- les enfants bénéficiant ou ayant déjà bénéficié d'un traitement orthodontique ;
- les patients ayant déjà suivi une prise en charge orthophonique ;
- les patients présentant une déglutition primaire associée à des troubles physio-anatomiques (fentes palatales, malformations...).

1.2. La population choisie

Pour l'étude, deux patientes ont été sélectionnées. Il s'agit de deux fillettes âgées de 8 et 9 ans au début de la prise en charge. Elles présentent toutes deux une déglutition atypique associée à des troubles articulatoires ainsi qu'à une anomalie de l'articulé dentaire. Elles ont démarré simultanément une rééducation orthophonique, basée sur la méthode Padovan®, qui s'est étalée entre les mois de décembre 2012 et mai 2013, à raison d'une séance par semaine, hors vacances scolaires. Elles ont ainsi suivi chacune une quinzaine de séances au moment où ont été réalisés les bilans d'évolution.

2. Le matériel

2.1. Les bilans

Le bilan orthophonique de déglutition choisi est inspiré de l'ouvrage de Maurin (1988). Il permet notamment d'évaluer le type de déglutition, les éléments musculaires, l'articulation, la respiration et la position de repos (ANNEXE 20). Ce bilan a été complété par d'autres épreuves qu'il m'a semblé pertinent de joindre à cette étude. Il s'agit d'abord d'une épreuve permettant d'évaluer rapidement la bilatéralité ou l'unilatéralité de la mastication. Pour cela, il est demandé au patient de mâcher, pendant une minute, un chewing-gum offrant une bonne résistance. De plus, une épreuve de succion a été ajoutée afin d'apprécier la tonicité de la musculature oro-faciale et les capacités de maintien d'une respiration nasale pendant les trois minutes de durée de l'exercice. L'utilisation d'un verre gradué a permis de noter la quantité d'eau ingurgitée afin de pouvoir faire des comparaisons entre le début et la fin de la prise en charge.

Un bilan orthodontique a également été effectué. Il comporte un bilan fonctionnel basé sur des observations de l'articulé dentaire ; une analyse de Korkhaus visant à mesurer les deux maxillaires et à comparer leur développement respectif ; l'étude des angles fonctionnels masticatoires de Planas (AFMP) permettant grâce à un simple glissement transversal de la mandibule, sans interrompre le contact dentaire, de définir le côté masticatoire préférentiel qui se portera du côté où l'angle formé entre la mandibule et l'horizontale sera le plus plat. Afin d'objectiver ces observations, des radiographies de face et de profil ainsi que des prises d'empreintes ont notamment permis d'établir des analyses dentaires et squelettiques.

Enfin, des photos ont été prises lors de chaque bilan en vue d'apprécier d'éventuelles modifications posturales.

2.2. Le déroulement d'une séance de réorganisation neuro-fonctionnelle (RNF)

La séquence évolutive utilisée dans la RNF suit un ordre précis et comporte :

- des exercices corporels, guidés par l'orthophoniste, qui visent à reproduire les phases évolutives du développement menant à l'acquisition de la marche ;
- des exercices manuels qui récapitulent les étapes de la préhension ;
- des exercices oculaires qui reprennent le développement visuomoteur ;

- des exercices sur les fonctions réflexo-végétatives prélinguistiques qui concernent la respiration, la succion, la mastication et la déglutition.

Les fonctions végétatives apparaissent antérieurement au développement psychomoteur. Ainsi, le module de « bouche » est la seule partie de la séquence qui ne respectera pas l'ordre exact d'apparition dans le développement naturel de l'enfant. En effet, la RNF s'inspire de l'organisation de l'homoncule de Penfield afin de définir l'ordre des stimulations exercées sur les structures anatomiques. Ainsi, les jambes font l'objet des premières stimulations alors que la langue vient en dernier.

Les exercices sont toujours effectués dans le même ordre puisqu'une phase de développement dépend de la maturité de la phase antérieure et prépare la maturation de la suivante. Les premiers temps, seul un programme dit « homolatéral », ne comprenant donc aucun mouvement croisé, est proposé au patient. Dès que celui-ci n'amène plus de tension et se montre parfaitement exécuté, les mouvements du [programme « croisé »](#), notés en bleu tout au long du mémoire, viennent compléter la séquence déjà en place et la séance Padovan® est alors réalisée dans son entier.

2.2.1. Les exercices corporels

Ces exercices respectent, je le rappelle, les différentes phases du développement et il importe en conséquence de respecter scrupuleusement leur ordonnancement. Par ailleurs, il convient, pendant toute la durée de la séquence corporelle, de veiller à ce que le corps du patient respecte une « géométrie physiologique ».

➤ Le hamac : mouvements antéropostérieurs et latéraux

Le patient est assis dans un hamac chaise, jambes fléchies, plantes de pieds accolées et mains sur les genoux, de manière la plus décontractée possible. Il est balancé rythmiquement, dans un premier temps d'avant en arrière, puis de gauche à droite.

Cet exercice stimule principalement les systèmes vestibulo-cochléaire et visuel.

➤ Le moteur des jambes 1 et le moteur des jambes 2

Pour ces deux mouvements, le patient est allongé, dos contre le sol. Le poids du corps est ainsi réparti sur le dos et les membres sont libérés. Chacun des mouvements est réalisé une dizaine de fois sur chaque jambe, en alternant jambe gauche puis jambe droite.

Le premier mouvement (Figure 1) consiste à relever la jambe, en pliant le genou, pour amener la cuisse vers le tronc, en position de flexion maximale, avant de revenir en



Figure 1

position initiale. Dans le même temps, l'orthophoniste maintient une pression sur le gros orteil afin de le mettre en flexion et d'activer, par conséquent, l'ensemble de la chaîne musculaire AM, qui correspond à la chaîne linguale. Elle permet aussi de dissocier les articulations du membre inférieur et d'apporter au système nerveux central, au niveau de l'homuncule de Penfield, des projections claires et différenciées. Il s'agit d'une intégration sensorielle qui se fait de la périphérie (des membres) vers le centre (le tronc).

Dans le second « moteur des jambes » (Figure 2), il s'agit d'ouvrir la jambe en la faisant glisser contre le sol tout en fléchissant le genou ; de

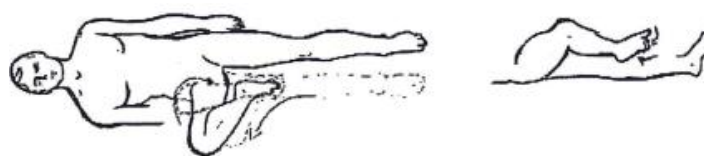


Figure 2

porter le genou dans l'axe du corps, près du buste ; puis de ramener la jambe en position initiale, allongée au sol. Cet exercice stimule l'ouverture des hanches ainsi que la dissociation hanche-bassin. Comme précédemment, la libération du gros orteil, et donc l'activation de la chaîne AM, est obtenue mais, cette fois-ci, en fléchissant les autres orteils.

➤ Le moteur des bras 1 et le moteur des bras 2

Ces exercices se font en position couchée, sur le ventre. Dans le premier exercice (Figure 3), les mains sont posées à hauteur de la bouche, paumes vers le sol. Il commence par une rotation de la tête du côté où le coude du patient sera ensuite mobilisé par une flexion verticale. Il convient de veiller à ce que l'épaule et la main du patient demeurent immobiles.

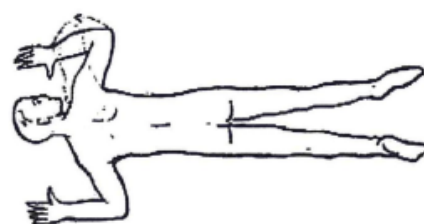


Figure 3



Figure 4

Pour le « moteur des bras 2 » (Figure 4), la main opposée au coude mobilisé va alternativement quitter la position de départ pour se placer transversalement dans le bas du dos, la paume vers le ciel.

Chaque bras est mobilisé alternativement une dizaine de fois. Ces exercices visent à marquer la dissociation entre les membres supérieurs et la ceinture scapulaire. Le système

vestibulo-cochléaire est sollicité par la rotation de la tête, tout comme la coordination oculo-manuelle et la mobilité de l'os hyoïde. En effet, ces mouvements renforcent la libération de la musculature entrant en jeu dans les fonctions orales ainsi que la région haute du tronc cérébral, comprenant la formation réticulée et le carrefour des douze paires de nerfs crâniens.

➤ **Le patron homolatéral puis le patron croisé**



Figure 5

Pour les deux patrons, le patient demeure allongé sur le ventre. En homolatéral (Figure 5), il s'agit de porter la main près de la face de manière à aligner le pouce avec la bouche, comme dans les exercices « moteurs des bras », tout en fléchissant le genou homolatéral. De l'autre côté, le bras est collé au corps, paume vers le ciel, et la jambe prolonge l'axe corporel. L'exercice se fait alternativement à droite puis à gauche et la tête tourne simultanément.

Pour le patron croisé (Figure 6), c'est la jambe controlatérale au fléchissement du bras qui se plie. Toutefois, le bras « au repos » ne reste plus le long du corps mais vient se placer dans le bas du dos, la paume orientée vers le haut, comme dans le second « moteur des bras ». Les mouvements de la tête, des bras et des jambes se font alternativement du côté droit puis du côté gauche de façon synchrone.



Figure 6

➤ **Le rouler**

Il s'agit pour le patient de rouler au sol latéralement grâce à l'action de la jambe qui initie le retournement à partir du bassin. La stimulation du système vestibulo-cochléaire est encore une fois présente. Avec cet exercice, on souligne la différenciation entre le haut et le bas du corps, autrement dit entre les ceintures scapulaire et pelvienne.

Ce mouvement sert de transition entre les patrons, dont la stimulation est à dominante passive et donc sensorielle, et les exercices de déplacement au cours desquels le corps va progressivement s'ériger en faisant appel à des appuis de moins en moins nombreux et de plus en plus distaux.

➤ **La reptation homolatérale**

Dans cet exercice (Figure 7), un seul côté du corps est alternativement actif. La joue est posée au sol, tournée du côté où le bras et la jambe sont fléchis. La position correspond à celle



Figure 7

du patron homolatéral avec, cette fois, une action de poussée. Comme précédemment, ce mouvement active la dissociation entre les ceintures scapulaire et pelvienne et développe la force des membres inférieurs. La libération du gros orteil pour avancer stimule, à nouveau, la chaîne musculaire AM. Il est d'ailleurs essentiel que l'impulsion vienne du membre inférieur et non pas du cou afin de ne pas créer de tensions au niveau de la ceinture scapulaire.

➤ La reptation croisée



Figure 8

Ce déplacement ressemble à celui précédemment cité. Toutefois, l'appui ne se fait plus sur les mains mais sur les coudes et c'est maintenant le coude opposé au fléchissement de la jambe qui entre systématiquement en action (Figure 8). Cela implique nécessairement un déhanchement et une incurvation de la colonne pour que le patient puisse ramper.

En sus des points énoncés pour le ramper homolatéral, cet exercice permet de consolider les repères des coudes et la différenciation de l'avant-bras au niveau de l'homoncule moteur.

➤ L'exercice du chat

Ce mouvement se fait à quatre pattes en opérant un balancement d'avant en arrière, d'amplitude maximale, impliquant dans le même temps un basculement du poids du corps sur les appuis. C'est un exercice préliminaire à la marche à quatre pattes, utilisé pour libérer et renforcer les ceintures scapulaire et pelvienne.

➤ La marche à quatre pattes

L'objectif est d'arriver à mise en action croisée des membres, la jambe et le bras opposés avançant simultanément, sans pour autant forcer ce croisement. Ce mouvement permet de renforcer les repères des genoux et des poignets.

➤ La marche du singe

Ce mode de déplacement s'apparente à la marche à quatre pattes, le patient ne repose plus sur ses genoux mais s'élève un peu plus du sol en s'appuyant sur ses orteils et sur ses mains. Il y a alors une recherche d'équilibre entre l'avant et l'arrière du corps. L'objectif est

toujours d'aboutir naturellement à un mouvement croisé permettant de répartir le poids du corps sur les quatre membres.

➤ **Accroupi-relevé**

Poursuivant sa progression, le patient se met accroupi et garde un simple appui sur les pieds. Ces derniers, dans l'alignement des hanches, sont parallèles et bien à plat. L'exercice se déroule en trois étapes : d'abord le patient tend les jambes puis il relève le tronc et, pour finir, redresse la tête. Il fait ensuite les mêmes mouvements en sens inverse. Cet enchaînement vise à renforcer les membres inférieurs, l'équilibre, l'axe corporel vertical et les repères au niveau de la plante des pieds.

➤ **La suspension**

Il s'agit, dans un premier temps, de se suspendre de façon statique à une échelle fixée horizontalement en hauteur, puis, dans un deuxième temps, de se déplacer de barreau en barreau. Cet exercice, qui nécessite un réel effort physique, permet au système nerveux d'être informé du poids du corps à travers les mains. En effet, la représentation de la surface des mains occupe une grande place sur l'homuncule de Penfield. Il consolide donc à la fois la projection des mains au niveau cortical, la force des bras et des mains, ainsi que la coordination oculomotrice lors des déplacements. La chaîne AM est activée par la préhension qui nécessite l'opposition du pouce par rapport aux autres doigts pour former une pince ronde.

➤ **La marche croisée**

Cet exercice consiste à porter de façon alternée chacune des mains sur le genou opposé, ce dernier étant relevé, d'abord sur place, sans déplacement, puis en marchant vers l'avant et enfin vers l'arrière. L'exercice requiert nécessairement la dissociation des ceintures scapulaire et pelvienne ainsi que des quatre membres. De plus, le patient est progressivement amené à réciter, pendant la marche, une série automatique telle que les jours de la semaine, les mois de l'année, les tables de multiplication, la conjugaison de certains verbes... Il peut aussi lui être demandé, en fonction de son niveau, d'épeler des mots ou des phrases courtes. C'est un exercice complexe puisque les séquences sont récitées à l'endroit, lorsque la marche s'effectue en avant, et à l'envers, lorsque le patient recule. C'est le premier exercice où le patient marche, parle et pense en même temps, tout en gérant son déplacement dans l'espace. Ce mouvement renforce l'équilibre, l'axe corporel, la coordination entre la parole et le

mouvement, la mémoire de travail, l'organisation spatio-temporelle ainsi que les compétences cognitives selon la séquence récitée.

➤ **La roulade**

Une roulade est effectuée en avant puis, dès que cela devient possible, en arrière. Pour être réalisée correctement, elle requiert tant une bonne tonicité qu'une bonne coordination motrice entre la tête, les bras et les jambes. Cet exercice vise à stimuler le système vestibulaire, et donc l'équilibre.

➤ **Le hamac : rotation**

Le patient est assis dans un hamac-chaise et l'orthophoniste impulse des mouvements de giration, dans un sens puis dans l'autre. L'objectif est d'activer le vestibule, essentiellement le canal semi-circulaire horizontal, et de stimuler le système oculo-céphalogyre.

2.2.2. *Les exercices des mains*

Les exercices portant sur les mains récapitulent les grandes étapes de la préhension et concourent à une dissociation complète entre les doigts et le reste du corps. Ils sont réalisés, dans la mesure du possible, allongé au sol, sur le ventre, en appui sur les avant-bras. Le patient doit reproduire les mouvements effectués par l'orthophoniste placé en face de lui. De cette manière, les neurones miroirs sont sollicités. Bien entendu, s'il est dans l'incapacité d'imiter les mouvements réalisés, l'orthophoniste l'accompagne. Chacun des exercices est répété cinq à dix fois, en rythme, et se fait de manière simultanée avec les deux mains qui retrouvent à chaque fois un contact avec le sol, en alternant entre pronation et supination. La séquence d'exercices manuels est la suivante :

➤ **Pronation/supination** : l'avant-bras et les mains entrent en rotation. Lors de chaque mouvement, les mains sont posées bien à plat ;

➤ **Poings serrés en supination avec le pouce à l'intérieur du poing** : ceci correspond au réflexe d'agrippement chez les tout-petits ;

➤ **Poings serrés en supination avec le pouce sur les autres doigts** ;

➤ **Poings serrés en supination avec le pouce ouvert vers l'extérieur, en contact avec le sol** : il s'agit là d'une pince palmaire.

Viennent ensuite une **série de pinces** visant à opposer le pouce aux autres doigts :

- **Première pince plate** : le pouce attrape la première phalange de l'index tendu vers le haut pendant que les autres doigts sont allongés, touchant le sol ;
- **Deuxième pince plate** : le pouce et l'index s'accolent tout en étant tendu vers le haut pendant que les autres doigts sont allongés sur le sol ;
- **Pince ronde** : l'extrémité du pouce et de l'index entrent en contact ;
- **Alternances de pinces rondes** : le pouce est tour à tour opposé à tous les autres doigts, depuis l'index jusqu'à auriculaire, puis en sens inverse. Cette fois il n'y a pas de retour en pronation entre chaque contact digital mais simplement une ouverture de la main.

2.2.3. Les exercices des yeux

La séquence des yeux et celle de la bouche font intervenir la plupart des nerfs crâniens. Ces derniers contribuent à la projection corticale de la tête, qui, sur l'homoncule de Penfield, occupe un espace très étendu, tant au niveau moteur que sensitif. Dans le but de réorganiser le système nerveux, la maturation de ces nerfs apparaît donc comme primordiale.

Cette séquence est réalisée dans le noir et requiert l'utilisation d'une lampe de poche adaptée. Tous les exercices proposés se font d'abord en vision monoculaire. Chaque œil est successivement caché par la main homolatérale pendant que l'autre œil suit les mouvements de la lampe tenue par l'autre main en vue de stimuler la coordination oculo-manuelle. La même séquence est ensuite proposée en vision binoculaire, sans accompagnement manuel du patient, la lampe étant tenue par l'orthophoniste.

Il s'agit dans un premier temps de stimuler le **réflexe photomoteur** en allumant la source lumineuse durant une seconde puis en l'éteignant cinq secondes. L'ensemble du système nerveux autonome est ainsi sollicité : le système parasympathique, lors de la rétraction de la pupille et le sympathique, lors de sa dilatation.

Ensuite, la séquence de **poursuite oculaire** suivante est proposée :

- **mouvements horizontaux** ;
- **mouvements verticaux** ;
- **mouvements diagonaux** ;
- **mouvements circulaires** ;
- **mouvements de convergence** ;
- **mouvements de convergence associés à un mouvement circulaire vertical.**

Cette séquence retrace le développement de la motricité oculaire. Elle participe à l'activation des muscles oculomoteurs et à l'accommodation du cristallin provoquant par ailleurs la mise en jeu des nerfs crâniens optique (II), oculomoteur (III), trochléaire (IV) et oculaire externe (VI).

➤ **Les exercices corporels complémentaires**

Arrivé à cette étape de la séance, une série d'exercices corporels peut être ajoutée afin de travailler la coordination oculo-manuelle et la motricité fine. Pour cela, on peut utiliser des jeux de balle consistant à faire rebondir une balle par terre et la rattraper avec les deux mains puis avec une seule main, tout en imposant le respect d'un rythme. On peut également se servir d'une corde à sauter pour améliorer la coordination motrice globale et oculomotrice tout en entraînant l'équilibre.

2.2.4. Les exercices de la bouche (ANNEXE 21)

Remplissant à la fois un rôle nutritif et communicatif, la bouche constitue un organe clé chez l'être humain. Cette séquence d'exercices s'axe sur les fonctions orales réflexo-végétatives pour leur action sur la préparation des organes phono-articulatoires. Elle vise donc à consolider les quatre grandes fonctions orales prélinguistiques que sont la respiration, la succion, la mastication et la déglutition : de celle qui requiert l'utilisation du plus grand nombre de structures anatomiques à celle qui en nécessite le moins. Pendant toute la durée de cette séquence, le patient est en position semi-allongée sur un fauteuil adapté.

➤ **La respiration**

- **Le sac** : l'orthophoniste place un sachet plastique (type sac de congélation) sur le nez et la bouche du patient qui doit respirer ainsi pendant environ 30 secondes. Le cerveau, détectant une teneur en oxygène insuffisante, réagit de manière réflexe en déclenchant une respiration plus rapide et plus profonde. Les mouvements diaphragmatiques gagnent ainsi en amplitude. Cet exercice n'est pas pratiqué de manière systématique car il peut comporter des risques, notamment chez les enfants qui peuvent être tentés de le reproduire seuls chez eux.

- **« L'expiration allongée »** : l'orthophoniste cherche, par cet exercice, à augmenter l'expiration du patient. Pour ce faire, elle va elle-même inspirer brièvement et allonger son expiration afin que le patient se calque sur sa respiration. Afin de matérialiser les mouvements de la cage thoracique et d'accompagner le mouvement respiratoire, une écharpe

entoure le patient au niveau des côtes flottantes. Ainsi l'orthophoniste serre l'écharpe à l'expiration et la relâche à l'inspiration. Cet exercice vise à installer ou à renforcer l'utilisation d'une respiration costo-abdominale.

- **La « vocalisation passive »** : après avoir pris une grande inspiration, le patient émet une voyelle sur un souffle continu. Avec la tranche de sa main, l'orthophoniste exerce une pression cadencée au niveau du diaphragme de façon à moduler la pression sous-glottique en stimulant à la fois le diaphragme et les cordes vocales. A chaque expiration, une nouvelle voyelle est produite. Ainsi, la position des cordes vocales varie pendant que différents muscles du visage sont activés.

- **La « langue de belle-mère »** : le patient doit souffler dans une « langue de belle-mère », d'abord le plus longtemps puis le plus fort et le plus court possible. L'orthophoniste accompagne la respiration en serrant progressivement puis rapidement une écharpe qui, comme pour « l'exercice d'expiration allongée », enveloppe la partie inférieure de la cage thoracique du patient. Lors de l'inspiration, elle est brusquement relâchée pour favoriser l'ouverture de la cage thoracique. Cet exercice mobilise le volume pulmonaire résiduel et augmente le temps maximum d'expiration, tout en sollicitant l'utilisation d'une respiration costo-abdominale par la tonification du diaphragme et de la sangle abdominale.

- **Le « souffle nasal »** : le patient inspire par une narine et expire par l'autre à l'extrémité de laquelle l'orthophoniste présente une « langue de belle-mère ». L'expiration doit être franche et forte. L'orthophoniste bouche alternativement chaque narine tout en maintenant, au besoin, la fermeture buccale. Ceci tend à renforcer la respiration nasale et à tonifier le voile du palais.

Tous ces exercices contribuent à augmenter, de manière réflexe, la capacité pulmonaire et à amener une dissociation entre le souffle buccal et le souffle nasal, afin de les rendre, tous deux, suffisamment longs et puissants.

➤ **La succion**

A l'aide d'une sucette orthodontique sur laquelle est fixé un cathéter plongé dans un verre d'eau, le patient doit accomplir, de façon rythmique, des mouvements de succion afin d'aspirer un maximum de liquide. La force doit être suffisante pour créer une dépression intra-buccale et permettre l'arrivée de l'eau en bouche. Ces mouvements sont suivis de déglutitions, sans relâchement de la pression labiale sur la sucette. Cet exercice vise à stimuler

conjointement les nerfs trijumeau (V), facial (VII), vague (X) et hypoglosse (XII). Il renforce toute la musculature oro-faciale, principalement la sangle labiale et les muscles des joues, et prépare également la musculature nécessaire à la mastication. Enfin, il permet de synchroniser la respiration tout en sollicitant la ventilation nasale.

➤ **Le travail labial et jugal**

Viennent ensuite plusieurs exercices destinés à renforcer les muscles des lèvres et des joues. L'orthophoniste amène d'abord le patient à gonfler les joues en maintenant ses lèvres closes tout en empêchant l'air de fuir par les narines. Par la suite, elle opère un appui jugal afin que l'air soit expulsé en entraînant une mise en tension des lèvres. Il s'agit ensuite de conduire le patient à faire vibrer ses lèvres en soufflant. Pour finir, un osselet en plastique est placé entre les lèvres et les dents du patient. Ce dernier doit alors le déplacer de haut en bas, bouche fermée, sans bouger la mandibule et à la seule force de ses lèvres.

➤ **La mastication**

La mastication est réalisée avec un morceau de garrot chirurgical en caoutchouc qui offre une bonne résistance. Il est d'abord placé transversalement sur les dents du fond, en passant sous la langue, puis progressivement avancé vers les incisives. Toutes les dents sont ainsi sollicitées et la mastication charnière tend à être résistante et rythmée. Par la suite, le garrot est plié en deux et placé sur chaque hémi-mâchoire pour insister, de chaque côté, sur la mastication unilatérale et favoriser la diduction. Pour finir, un osselet en plastique doit être mâché sur toutes les dents, bouche fermée. L'ATM est alors utilisée dans les trois plans de l'espace (haut/bas, avant/arrière et diduction).

➤ **La déglutition**

- **Le vibreur** : il est passé sur le visage, du cou jusqu'au cuir chevelu. Il sert à stimuler passivement la motricité et la sensibilité du visage en suivant les territoires des nerfs trijumeau (V), facial (VII) et hypoglosse (XII).

- **La séquence de la langue** : la langue est sollicitée dans les trois dimensions de l'espace (axes antéropostérieur, latéro-latéral et céphalo-caudal) avec des exercices ciblés répétés plusieurs fois chacun en vue de les engrammer. Le premier exercice se réalise à l'aide de deux pailles reliées entre elles par des élastiques orthodontiques. La langue du patient est piégée par l'écartement des deux pailles et la force du pouvoir constrictor des élastiques. Le

patient doit ensuite se libérer en reculant la langue. Le second, appelé « plat/pointu », consiste à élargir la langue et la rétrécir. Lors du troisième, il s'agit de claquer la langue. Les deux exercices suivants servent au recul de langue : il est d'abord demandé au patient de toucher les papilles palatines avec la langue (un papier « hostie » placé à l'endroit souhaité accentue la proprioception) avant de la reculer rapidement puis, dans un second temps, de reculer la langue le plus loin possible. Pour développer l'élévation des bords latéraux, un autre exercice consiste à créer puis renforcer la « gouttière linguale », autrement dit à mettre la langue en U. Une fois le geste établi, il est possible de renforcer sa tonicité en introduisant une paille dans la gouttière formée par la langue, puis en faisant inspirer et expirer le patient par la bouche, la langue demeurant semi-sortie.

- **La déglutition réflexe** : en introduisant un peu d'eau dans le fond de la bouche du patient à l'aide d'une pissette, on recherche d'abord le gargarisme. L'apex et le dos de la langue sont immobilisés à l'aide d'un guide-langue et la langue, maintenue en position postérieure, va provoquer une déglutition réflexe. Les muscles sus et sous-hyoïdiens sont alors sollicités, de même que ceux de la base de langue.

- **La « déglutition sourire »** : cette manœuvre consiste à isoler le mouvement physiologique de la langue pour déglutir. Pour ce faire, le patient doit boire à l'aide d'un cathéter plongé dans un verre d'eau et posé sur l'apex. Celui-ci doit maintenir le tube contre les papilles palatales durant toute la durée de l'exercice. Une paille est ensuite placée en travers des deux arcades dentaires, au niveau des canines, en passant sous la langue, en vue de forcer la fermeture mandibulaire et l'étirement des lèvres. Ainsi, ces dernières ne peuvent nullement participer à la déglutition.

- **La déglutition avec l'élastique** : dans un premier temps, un élastique orthodontique est placé sur l'apex. Ensuite, à l'aide d'une pissette, de l'eau est introduite dans la bouche du patient. Il doit alors l'avaler en maintenant l'élastique contre les crêtes palatines.

Cette séquence vise à stimuler les muscles linguaux de façon plus ou moins isolée et de les entraîner à réaliser les mouvements physiologiques de la déglutition. Le but ultime est de récupérer les différents territoires linguaux par la sollicitation du nerf hypoglosse (XII). Dans la mesure du possible, aucune consigne langagière n'est donnée lors des exercices. Ils sont réalisés en imitation pour activer les neurones miroirs plutôt que la cognition. Afin d'éviter toute copie erronée, la main de l'orthophoniste fait office de guide pour installer l'archétype des mouvements et œuvrer à une plus grande précision dans leur réalisation.

Cas Cliniques

Dans un souci de déontologie, les prénoms des deux patientes ont été modifiés afin de préserver leur anonymat.

1. Les bilans initiaux

1.1. Charlène

1.1.1. Les éléments d'anamnèse

Charlène, née en octobre 2003 est âgée au moment du bilan de 9;1 ans. Elle est orientée par un orthodontiste en vue de procéder à la rééducation orthophonique avant la pose d'un éventuel appareillage. Charlène suit une scolarité normale, sans difficultés, et est en classe de CM1. Elle a beaucoup de copains, d'ailleurs, sa mère la décrit comme étant une enfant très sociable, et même « pipelette », à l'aise, curieuse et très active avec une tendance à se montrer un peu autoritaire.

Sur le plan familial, Charlène a deux grands frères, actuellement au collège, dont l'un a bénéficié d'une rééducation orthophonique pour un retard de parole à l'âge de 5 ans. Ses parents, lui gendarme, elle comptable, sont divorcés. Elle et ses frères passent la plus grande partie des vacances scolaires chez leur père et vivent le reste du temps au domicile maternel.

Elle a été désirée par ses parents, toutefois, le père a demandé le divorce aux alentours du septième mois de grossesse. Charlène est née à terme après un accouchement difficile, douloureux, pour la mère notamment du fait de l'absence de péridurale. C'est une enfant qui a beaucoup pleuré pendant ses premiers mois de vie. L'allaitement n'a pas été souhaité par la mère. Ainsi, elle a reçu une alimentation au biberon dès sa naissance et n'a pas présenté de problèmes de régurgitation. Aujourd'hui, son alimentation est normale et variée avec toutefois une mastication un peu difficile parfois du fait d'une fatigabilité.

La marche a été acquise à seize mois. Au préalable, Charlène a fait beaucoup de trotteur. Elle a marché à quatre pattes mais n'a jamais rampé. Elle a pu faire du vélo sans petites roues vers l'âge de quatre ans.

D'un point de vue médical, Charlène a été atteinte d'une bronchiolite du nourrisson et demeure encore aujourd'hui relativement fragile des bronches. Son audition et sa vue sont normales et la maman ne semble pas avoir observé de ventilation buccale durant son sommeil.

1.1.2. *L'examen clinique* (ANNEXE 22)

- **Posture et latéralisation** : la posture de Charlène présente les caractéristiques généralement rencontrées chez le respirateur buccal, telles que décrites dans la partie théorique, à savoir une cambrure excessive et une projection mentonnière (ANNEXE 24). La latéralisation n'est pas bien précise au niveau manuel. En effet, si le stylo est tenu par la main droite, la fourchette l'est préférentiellement par la gauche. La dominance de l'oreille et de l'œil est à droite alors que celle du pied est du côté gauche.

- **Position de repos et respiration** : au repos, Charlène a majoritairement la bouche entrouverte avec une langue qui vient recouvrir les dents mandibulaires. Elle présente la plupart du temps une respiration buccale.

- **Praxies et tonus** : la langue est bien mobile dans toutes les directions. Elle peut facilement aller au palais. Toutefois sa tonicité n'est pas très importante et la faire claquer demeure une tâche inaccessible pour l'instant. Le gonflement des joues est possible et l'air peut être gardé en bouche malgré un appui jugal extérieur. La tonicité des joues et des lèvres est correcte, même si la lèvre inférieure semble plus tonique. En revanche, celle des masséters s'avère particulièrement faible.

- **Articulation** : l'articulation est convenable. On note néanmoins un appui rétro-incisif de la langue pendant la réalisation des phonèmes /t/ /d/ et /n/.

- **Déglutition** : la déglutition est marquée par une contraction labiale en dépit d'une absence de contraction des masséters. Pour ce qui est de la langue, elle se place en appui derrière les incisives supérieures.

- **Mastication** : durant la minute d'observation, la mastication est unilatérale (gauche) et paraît difficile.

- **Succion** : la succion a entraîné d'importantes tensions corporelles. Limitées à la partie haute du corps, dans un premier temps, avec des crispations visibles au niveau du cou, elles se sont propagées à l'ensemble du corps au fur et à mesure de l'exercice, ce dernier durant trois minutes. Au début, Charlène levait les épaules à chaque aspiration, puis elle contractait son corps tout entier et des tremblements sont apparus. Par ailleurs, plusieurs reprises inspiratoires buccales ont été nécessaires. Toutefois, au terme de l'épreuve, l'intégralité de l'eau contenue dans le verre a été bue par Charlène, au prix cependant de considérables efforts.

1.1.3. L'examen orthodontique (ANNEXE 25)

- **Au niveau squelettique**, Charlène présente une rétromaxillie ainsi qu'une rétromandibulie. De plus, l'analyse radiographique de profil révèle la présence d'une classe II très légère, avec un décalage de deux degrés par rapport à la norme. L'épine nasale antérieure est un peu haute avec une mandibule en position de rotation postérieure créant ainsi une augmentation de l'étage vertical inférieur de la face. La mandibule présente un léger décalage vers la gauche par rapport au maxillaire qui concorde avec l'observation clinique faite lors du bilan orthophonique révélant une mastication unilatérale gauche.

- **Au niveau dentaire**, Charlène présente une classe II. De plus, on observe une endoalvéolie maxillaire latérale ainsi qu'une béance verticale puisqu'il n'y a pas de recouvrement incisif. L'overjet, autrement dit la distance qui sépare les incisives supérieures des incisives inférieures, est, chez elle, de neuf millimètres. Ceci donne une proalvéolie maxillaire probablement compensée au niveau mandibulaire par une tonicité adéquate de la lèvre inférieure. L'analyse de Korkhaus révèle un maxillaire, étroit, moins développé que la mandibule. En effet, la différence entre l'écart prémolaire supérieur et inférieur est de quatre millimètres et celle entre l'écart molaire supérieur et inférieur de trois millimètres. De plus, la différence entre les arcades supérieure et inférieure est très marquée montrant une forme en V en haut et en U en bas. Du fait de l'énormité du palais, la position d'occlusion naturelle est très instable chez Charlène, tantôt elle s'avère normale quand on lui demande de serrer les dents, tantôt l'occlusion se fait en articulé inversé à droite.

A noter toutefois que l'observation des angles fonctionnels masticatoires de Planas n'a pas permis de révéler de différence angulaire significative entre chaque héli-mandibule et l'horizontale.

1.2. Marie

1.2.1. Les éléments d'anamnèse

Marie, née au mois de septembre 2004, est âgée de 8;2 ans, au moment du bilan. Elle est orientée en orthophonie sur conseil de son dentiste et après avoir demandé un second avis auprès d'un orthodontiste.

Sur le plan familial, Marie est l'aînée d'une fratrie de deux et a donc une petite sœur de six ans et demi. Son père, chauffeur routier, n'a jamais présenté de problèmes au niveau dentaire, alors que sa mère, actuellement coursière pour des laboratoires, a été appareillée

pendant 3 ans à l'âge de 16 ans et a déjà suivi une rééducation orthophonique pour une déglutition atypique. Marie, actuellement en classe de CE2, est décrite par sa mère comme étant une enfant autoritaire, très sensible et affective.

Marie est née après terme par un accouchement déclenché faisant suite à une grossesse sans difficulté notable. Elle a été allaitée pendant quatre mois et souffrait de régurgitations fréquentes. Aujourd'hui, son alimentation demeure peu riche en fruits et légumes. Elle souffre de troubles du transit se traduisant par des constipations occasionnelles avec parfois des brûlures lors des mixions. Il est à noter que toutes les manies de succion (pouce, sucette, biberon) ont été évincées depuis qu'elle a quatre ans.

La marche a été acquise à treize mois, plus ou moins en même temps que l'apparition des premiers mots. Au préalable, Marie aurait vraisemblablement rampé et marché à quatre pattes et utilisait beaucoup le trotteur. Elle a pu faire du vélo sans petites roues vers l'âge de cinq ans et apprécie aujourd'hui beaucoup cette activité.

D'un point de vue médical, Marie est sujette aux infections ORL. Elle a eu plusieurs otites et un tympan cicatriciel en témoigne. Elle n'a ni asthme, ni allergie. Néanmoins, elle est très fréquemment enrhumée, comme c'était le cas le jour du bilan, et présente une dysphonie. Sa mère a pu remarquer une respiration nocturne buccale. Aussi, ses lèvres sont souvent gercées et ses dents entartrées. Enfin, si Marie n'a pas de problèmes de vue majeurs, elle porte à l'heure actuelle des lunettes de repos.

1.2.2. L'examen clinique (ANNEXE 26)

- **Posture et latéralité** : la posture de Marie présente notamment une cambrure excessive et une proéminence ventrale (ANNEXE 28). On note pour la latéralisation que l'oreille et la main droites sont dominantes alors qu'il est constaté l'inverse pour l'œil et le pied.

- **Position de repos et respiration** : en position de repos, Marie a la bouche ouverte et sa langue vient recouvrir les dents mandibulaires. Elle présente une respiration buccale (diurne comme nocturne) et un mouchage très peu efficace.

- **Praxies et tonus** : au niveau praxique, les difficultés sont notables. S'il lui est possible de tirer la langue et de la déplacer dans plusieurs directions, on note néanmoins de nombreuses syncinésies notamment au niveau de la mâchoire, ou parfois même de l'ensemble de la tête, qui accompagnent tous les mouvements linguaux. Le gonflement des joues est

irréalisable. La tonicité tant de la langue et des joues que des lèvres, des masséters et du voile du palais s'avère très faible.

- **Articulation** : elle est perturbée. Le sigmatisme interdental est principalement frappant sur les phonèmes /s/ et /z/. Les phonèmes /t/ /d/ et /n/ sont également réalisés avec une interposition de la langue entre les deux arcades.

- **Déglutition** : la déglutition s'effectue avec une contraction labiale et ce en dépit d'une absence de contraction des masséters. La langue, quant à elle, se place en interposition sur tout le pourtour antéro-latéral.

- **Mastication** : on observe des mouvements de diduction des deux côtés même si le travail est nettement plus important à droite.

- **Succion** : la succion révèle un besoin de prendre, à plusieurs reprises, des inspirations buccales. Elle est extrêmement faible, ce qui dénote une certaine hypotonie des muscles de la sphère oro-faciale. En trois minutes, un volume d'eau correspondant à 5 graduations a été ingurgité par Marie.

1.2.3. *L'examen orthodontique* (ANNEXE 29)

- **Au niveau squelettique**, une radiographie de profil a permis de mettre en évidence un plan palatin et une épine nasale antérieure en position haute. La mandibule, quant à elle, est en rotation postérieure. Ainsi, Marie présente un excès de croissance vertical antérieur de l'étage inférieur de la face. A l'inverse, on constate un défaut de croissance antérieur accompagné d'une légère classe II, de deux degrés seulement, avec des incisives en normoposition. De face, il est à noter une faible déviation de la mandibule vers la droite.

- **Au niveau dentaire**, l'observation des angles fonctionnels masticatoires de Planas révèle une certaine platitude du côté droit. Ainsi, il semble que le côté masticatoire préférentiel soit celui-ci. Ceci nous est confirmé par une déviation à droite du frein mandibulaire. Il existe chez Marie une endoalvéolie bilatérale et bimaxillaire ainsi qu'une béance verticale, avec un overbite nul, autrement dit un recouvrement incisif inexistant. L'overjet, ou surplomb, quant à lui est de deux millimètres. Les calculs des diamètres intermolaires et prémolaires de Korkhaus indiquent une arcade supérieure moins développée par rapport à l'arcade mandibulaire.

2. L'évolution de la rééducation au fil des séances

2.1. La séquence corporelle

EXERCICES Programme homolatéral/ Programme croisé	Marie	Charlène
Hamac	Pendant cet exercice, nous avons veillé à être particulièrement vigilantes à la fermeture labiale. Ainsi, au fur et à mesure des séances, il est devenu de moins en moins nécessaire de signifier aux deux patientes de clore leurs lèvres.	
Moteur des jambes 1 Moteur des jambes 2	Les tensions portent davantage sur le moteur des jambes 1. Toutefois, elles ne durent que quelques séances et Marie parvient très vite à se relâcher.	Le moteur des jambes 1 amène quelques résistances au niveau des jambes. Celles-ci s'ameublissent peu à peu pour disparaître totalement après la 12 ^{ème} séance.
Moteurs des bras 1 Moteurs des bras 2	L'épaule droite se montre particulièrement raide pendant la quasi-totalité de la prise en charge. Cette rigidité s'accompagne, au départ, d'une implication de la ceinture pelvienne qui se contracte simultanément. Néanmoins, la ceinture scapulaire de Marie a gagné en souplesse en fin de rééducation.	Les quelques raideurs au niveau de la ceinture scapulaire ne sont plus tangibles aux alentours de la 8 ^{ème} séance.
Patron homolatéral Patron croisé	La synchronisation est bonne et Marie parvient à déplacer ses bras, seule, sans difficulté.	Charlène synchronise seule ses bras avec aisance, dès l'introduction de chaque patron.
Rouler	Malgré une certaine mollesse les premiers temps, cet exercice est rapidement bien réalisé.	Durant les premières séances, les jambes paraissent quelque peu rigides et nécessitent une aide de l'orthophoniste pour parfaire le mouvement.
Reptation homolatérale	Au départ, la poussée sur les jambes est particulièrement difficile ; les tensions sont importantes au niveau de la	En début de rééducation, Charlène présentait des tensions au niveau des deux ceintures qui conduisaient à une légère

	ceinture scapulaire. On note une tendance à relever la tête et la ceinture pelvienne à chaque mouvement. Le côté gauche montre plus de faiblesse que le droit. La fatigue apparaît au fur et à mesure des mouvements contribuant à accentuer les difficultés.	déviations lors de chaque déplacement du côté droit. La poussée au niveau des jambes s'avère, dès le départ, tout à fait correcte. Toutefois, une fatigabilité est notable au fil de l'exercice et celle-ci donne lieu à un relèvement quasi systématique de la ceinture pelvienne.
Reptation croisée	Les premières fois, les membres supérieurs avaient tendance à se contracter tous les deux, lors de chaque mouvement, afin de contribuer au déplacement.	L'exercice est réalisé sans difficulté apparente avec un simple accompagnement de l'orthophoniste afin d'aider l'impulsion au niveau du pied.
Le chat	Au départ, les mouvements vers l'avant révélaient un manque de force dans les bras mais très vite Marie a réussi à se renforcer.	Cet exercice n'a pas amené de difficultés particulières, les deux ceintures étant assez rapidement bien dissociées.
Quatre pattes	Ce mode de déplacement ne pose aucune difficulté à Marie qui le réalisera correctement dès son introduction. Le croisement apparaît quasi constant.	Charlène obtient un mouvement de plus en plus net au fur et à mesure des séances jusqu'à obtenir un parfait croisement. Toutefois, l'intégration du rythme a été compliquée au départ car Charlène avait une forte tendance à accélérer.
Singe	Marie s'est progressivement équilibrée sur ses quatre membres pour parvenir en fin de rééducation à réaliser des mouvements parfaitement croisés avec une stabilité certaine.	Comme pour le quatre pattes, le respect du rythme a posé problème. Néanmoins, Charlène a fini par obtenir un croisement sur cet exercice et le réalise désormais sans trop de tension.
Accroupi/relevé	Cet exercice est rapidement réalisé en autonomie. La descente demeure néanmoins plus aisée que la montée en raison d'une difficulté à bloquer les genoux.	Au départ, cet exercice est réalisé avec l'aide de l'orthophoniste. Au fil de la rééducation, les tensions de la nuque diminueront de manière sensible.
Marche croisée	Les déplacements engendrent une instabilité voire une perte d'équilibre les premiers temps. Au départ, ont également été	Le démarrage de l'exercice est difficile. Au début, Charlène peine à mettre sa main sur le genou opposé. Par ailleurs, elle

	notées des difficultés à énumérer les jours de la semaine ou à épeler des phrases durant la marche.	a tendance à se voûter. Pourtant, peu de séances ont suffi à la parfaite maîtrise de ce déplacement, y compris dans la gestion de l'espace lors de l'épellation concomitante d'une phrase.
Suspension	Pendant la première moitié de la rééducation, cet exercice a généré une angoisse importante. Marie manifestait une grande peur de tomber se traduisant, ponctuellement, par des pleurs. Progressivement, elle a gagné en confiance tout en parvenant à augmenter son temps de suspension qui, de 7 secondes au départ, a fini par atteindre 15 secondes en fin de rééducation. La rigidité des jambes et les tensions se sont peu à peu atténuées.	L'exercice est réalisé sans crainte. Des raideurs sont observables au niveau des membres inférieurs lors des premières séances mais celles-ci vont rapidement s'estomper, l'introduction du déplacement les faisant temporairement réapparaître. Le temps de suspension, avant le déplacement de barreau en barreau est, quant à lui, passé de 20 à 25 secondes en une dizaine de séances.
Roulades	Les difficultés portent principalement sur la force des bras qui s'avère d'abord inefficace. Par ailleurs, la légère rigidité au niveau des membres inférieurs a rapidement diminué.	Les ceintures scapulaire et pelvienne ne sont pas dissociées au départ et Charlène se présente comme un bloc face à cet exercice. Il sera difficile d'obtenir la détente des jambes qui persistera pendant plus de la moitié de la rééducation.
Hamac (rotation)	Marie ne présente aucune appréhension face à cet exercice. Au contraire, elle est même demandeuse d'une vitesse plus importante. Un petit nystagmus est apparu durant quelques secondes au cours des premières séances.	Ce moment n'est que peu apprécié par la patiente qui redoute la vitesse. Elle se montre crispée et inquiète au cours des premières séances malgré la lenteur de rotation. Pourtant, au fil de la rééducation, elle est de moins en moins réticente et accepte, avec plaisir, d'accélérer progressivement.

2.2. La séquence des mains

	La séquence des mains se fait en imitation.	
Pronation/supination -pouce dessous -pouce dessus -pouce ouvert	Elle engendre au départ nombre de mouvements parasites : les pieds bougent, la langue est régulièrement sortie et la tête réalise des mouvements verticaux en rythme. Ces syncinésies vont peu à peu disparaître en commençant par celles des membres inférieurs. La première réalisation de la série de pinces requiert l'intervention de l'orthophoniste afin d'accompagner le mouvement et amène une réapparition passagère des syncinésies.	Des tensions parasites se localisent principalement au niveau des épaules qui ont tendance à remonter à chaque mouvement des avant-bras. L'introduction des pinces, vers la 10 ^{ème} séance, perturbe quelque peu la séquence qui ne parvient plus à être réalisée en autonomie. Mais, l'aide temporaire de l'orthophoniste sera bénéfique les séances suivantes, la et, seule imitation pourra être reprise.
Pincés -pince pouce-index -pince pointue -pince ronde -série de pinces		

2.3. La séquence des yeux

Réflexe photomoteur monoculaire/binoculaire	Pour les deux patientes, le réflexe pupillaire est présent et bien symétrique dès le début de la prise en charge.	
Poursuite monoculaire/binoculaire mouvements : - horizontaux - verticaux - en diagonale - circulaires - de convergence	La tête n'est pas dissociée de la poursuite oculaire au départ. Elle le deviendra à partir de la 6 ^{ème} séance. Le programme croisé est installé lors de la 11 ^{ème} séance et amène de légères difficultés, notamment au niveau des mouvements circulaires. La poursuite en binoculaire se révèle plus facile qu'en monoculaire.	La poursuite est correcte mais la tête accompagne le mouvement des yeux. De plus, une rigidité au niveau du bras qui tient la lampe, davantage marquée à droite, demeure pendant la première moitié de la rééducation. L'instauration du programme croisé se fait sans difficulté aucune.

2.4. La séquence de la bouche

RESPIRATION : -vocalisation -langue de belle-mère -souffle nasal	La vocalisation se fait au départ sans voix, au vu de l'éraïllement et de la raucité constatés. Le but étant d'obtenir au préalable une bonne coordination phono-respiratoire et une longueur de souffle suffisante qui, au cours des premières séances, n'excède pas les 5 secondes. La voix est réintroduite vers la 10^{ème} séance et demeure encore légèrement éraillée et soufflée, surtout sur les fréquences les plus aiguës. Le souffle le plus long obtenu au départ avoisine les 7 secondes. Plus tard, il dépassera aisément les 15 secondes. Quant au souffle court et puissant, il ne peut se faire indépendamment d'un accompagnement de la tête, les premiers temps. Au début, la reprise inspiratoire nasale ne se faisait pas naturellement et a nécessité un accompagnement de la fermeture labiale afin d'éviter toute fuite d'air. Le souffle nasal s'avère particulièrement faible, principalement au niveau de la narine droite. Avec le temps, il affiche davantage d'intensité. En fin de rééducation, apparaît une dilatation des ailes narinaires à l'inspiration, inexistante jusqu'alors, du fait du manque de vigueur de la reprise inspiratoire.	L'exercice du sac a pu être proposé à Charlène dans la mesure où sa mère assistait aux séances et qu'elle s'est montrée consciente du danger encouru si elle le reproduisait seule. Par ailleurs, elle le réalise, pendant les séances, sans appréhension. La vocalisation parvient très rapidement à une longueur suffisante. Toutefois, la possibilité de produire un son à la même hauteur que l'orthophoniste se fait attendre et apparaît pour la première fois en mécanisme léger lors de la 10^{ème} séance. Le diaphragme dévoile de plus en plus de souplesse et d'élasticité au fil de la prise en charge. Le souffle le plus long obtenu en début de rééducation côtoie les 15 secondes. Ce score relativement élevé est atteint non sans effort puisque, en fin de souffle, les épaules ont tendance à remonter légèrement traduisant une mise en tension importante. Le souffle court et puissant s'exécute facilement dès le début de la rééducation. Les tensions qui se propageaient, au départ, dans l'ensemble du corps, se sont progressivement dissipées. Le souffle nasal, d'abord plus puissant à droite, s'équilibre au fil des séances et devient plus long, pendant que Charlène gagne en détente corporelle.
--	--	---

SUCCION	La succion a probablement été l'une des fonctions la plus longue et ardue à obtenir chez Marie. Elle a été particulièrement faible et difficile durant une longue partie de la prise en charge, l'aspiration et l'orbiculaire des lèvres n'étant que très peu efficaces. De plus, la dissociation entre l'ouverture de la mandibule et la fermeture labiale n'a pas été simple à obtenir. Enfin, des syncinésies au niveau de la cheville et du gros orteil existaient au cours des premières séances.	Les premiers temps, la succion entraîne une activation de l'ensemble du corps. A chaque aspiration, le buste se relève, les jambes se raidissent, les pieds bougent d'avant en arrière et les gros orteils entrent rythmiquement en flexion. Au fur et à mesure que les tensions s'amenuisent et qu'un bon tonus s'installe, l'exercice va être complexifié par la disposition d'un osselet sous la lèvre supérieure, obligeant ainsi à renforcer son action et sa tonicité.
Travail labial & jugal : -gonflement des joues -vibration des lèvres par appui sur les joues gonflées -vibration des lèvres -osselet en haut/en bas	Il est difficile d'obtenir un gonflement des joues en début de rééducation. L'air fuit postérieurement et la pression intra-jugale n'est que peu importante. La vibration labiale est possible avec l'aide de l'orthophoniste qui maintient les commissures. L'osselet ne peut que très difficilement être maintenu par la lèvre supérieure. Son maniement entre les lèvres supérieure et inférieure est quasi impossible les premiers temps, les lèvres s'ouvrant à chaque changement de position.	Le gonflement des joues est possible et la tension devient suffisante, au fur et à mesure des séances, pour amener une vibration labiale dynamique. La mise en vibration des lèvres se fait relativement aisément dès le début de la prise en charge. Les premiers temps, l'osselet est laborieusement mobile et implique une ouverture buccale systématique au moment de son passage entre la lèvre supérieure et inférieure. Avec un peu d'entraînement, son maniement se fait plus commodément.
MASTICATION	La mastication est très faible et douloureuse pendant toute la première moitié de la rééducation. L'obtention d'une mastication rythmée n'est pas instantanée mais se fait progressivement. Des mouvements de diduction apparaissent de chaque côté et la mastication devient plus	La mastication est un peu faible au départ et accompagnée de syncinésies au niveau des pieds qui se balancent en rythme. Elle se renforce progressivement et il devient vite possible à Charlène d'effectuer des mouvements de diduction à gauche comme à droite. Lorsqu'il s'agit de mâcher un

	vigoureuse de séance en séance.	osselet sur toutes les dents, par contre, la fermeture buccale s'avère difficile à conserver.
Vibrateur	Marie apprécie cet exercice et ne montre aucune hypersensibilité ni aucune réticence face au vibreur.	Charlène est très chatouilleuse et sensible à la vibration particulièrement au niveau du cou.
Travail sur la langue : -élastiques -plat/pointu -claquement -recul -langue en U	Le travail avec les élastiques amène une tension corporelle manifeste, visible par la fermeture forcée des yeux et par la contraction des pieds. Marie parvient cependant à davantage de rapidité dans la réalisation des mouvements et ne montre vite plus aucun signe de tension. Pendant les premières séances, l'exercice plat/pointu est possible avec l'aide de deux guide-langue placés de part et d'autre de la langue. Par la suite, ces derniers seront simplement utiles pour éviter tout mouvement labial parasite. Le claquement de langue traduit une faiblesse importante durant nombre de séances avant de se renforcer. L'exercice consistant à aller toucher les crêtes palatines avec l'apex et reculer rapidement la langue est difficile au début. La rapidité du recul a été particulièrement longue à obtenir. Le recul de langue le plus loin possible a d'abord été exécuté de manière passive grâce à l'appui d'un abaisse-langue sur le dos de celle-ci. Peu avant la 10^{ème} séance, Marie devient apte à le faire seule malgré un abaissement simultané de la mâchoire lors des premiers essais.	L'exercice des élastiques est un peu difficile et douloureux au début et amène une syncinésie au niveau des gros orteils qui se fléchissent. L'exercice plat/pointu est réalisé avec accompagnement au départ puisque les lèvres et le menton ne sont pas dissociés de ce mouvement. Il sera ensuite réalisé avec un simple abaisse-langue placé sous la langue en guise de soutien. Le claquement de langue, faible au début, devient de plus en plus vigoureux. Le recul de langue se fait passivement au départ. Progressivement, Charlène est capable de l'obtenir seule, d'abord avec des syncinésies au niveau labial puis parfaitement dissocié des autres structures. Lorsque la langue est mise en U les premières fois, la mâchoire s'avance simultanément. Cette syncinésie disparaît au fil des séances et cet exercice peut ensuite être renforcé par l'introduction d'une paille au niveau du U, reliée à une « langue de belle-mère », permettant de visualiser la force du souffle émis par la bouche dans cette configuration et de renforcer les muscles linguaux.

	La langue est mise en U par un abaisse-langue puis simplement renforcé par la paille.	
DEGLUTITION -gargarismes -déglutition réflexe -déglutition sourire -déglutition avec l'élastique	Le gargarisme et la déglutition réflexe sont possibles dès les premiers essais.	
	La déglutition sourire, mise en place dès la 8 ^{ème} séance, révèle, les premières fois, une faiblesse au moment de l'aspiration ainsi qu'une difficulté à maintenir l'occlusion dentaire. Il suffira de quelques séances pour que cet exercice soit réalisé avec davantage d'aisance et de vigueur. La déglutition avec l'élastique a montré, au départ, la difficulté de Marie de ne pas appuyer sa langue contre les incisives supérieures. Au fur et à mesure, le recul de l'appui lingual a toutefois été obtenu.	La déglutition sourire est réalisée pour la première fois lors de la 10 ^{ème} séance. A ce moment là, le tuyau ne reste pas fixé au palais pendant toute la durée de l'exercice, en raison de l'instabilité de l'apex, et l'aspiration reste encore laborieuse. Mais, très vite, Charlène va progresser et maîtriser cet exercice, nécessaire à l'acquisition d'une déglutition fonctionnelle. La déglutition avec l'élastique, difficile lors de sa mise en place, a rapidement été correctement exécutée.

3. Les bilans d'évolution

Au niveau orthodontique, aucune modification visuelle significative n'a pu être mise en évidence. Toutefois, des empreintes suivies de moulages ont été réalisées et ont confirmé ces observations. Face à ce constat et pour ne pas exposer inutilement les enfants aux radiations, il n'a pas été jugé opportun d'avoir recours à un examen radiologique.

3.1. Charlène

3.1.1. L'examen clinique (ANNEXE 23)

- **Posture et latéralité** : au niveau postural, la projection mentonnière visible lors du bilan initial s'est résorbée. Aussi, la cambrure semble moins marquée et la ceinture

scapulaire davantage relâchée (ANNEXE 24). La latéralisation, quant à elle, s'est précisée et domine du côté droit tant au niveau de la main que du pied, de l'oreille et de l'œil.

- **Position de repos et respiration** : au repos, Charlène a désormais, la plupart du temps, la bouche close. Sa respiration est préférentiellement nasale, y compris à la maison selon les observations de sa mère.

- **Praxies et tonus** : la mobilité de la langue est parfaite et ce dans toutes les directions. Quant à sa tonicité, elle s'est largement accrue et le claquement est désormais possible et énergique. Le gonflement des joues est meilleur et l'air peut facilement être gardé en bouche malgré un appui jugal extérieur. La tonicité des joues, des lèvres et des masséters est elle aussi bien plus importante qu'au départ.

- **Articulation** : l'articulation s'est normalisée, notamment sur les phonèmes /t/ /d/ et /n/ pour lesquels l'appui est maintenant apico-dental.

- **Déglutition** : même si on note une amélioration, la déglutition fonctionnelle n'est pas encore automatisée. En effet, si elle est possible à deux reprises, elle demeure la plupart du temps marquée par une contraction labiale et un appui lingual rétro-incisif supérieur.

- **Mastication** : la mastication demeure unilatérale et se fait exclusivement du côté gauche pendant une minute.

- **Succion** : la succion ne s'accompagne plus de tensions corporelles et de syncinésies. Elle est nettement plus puissante et plus efficace puisque l'intégralité du verre a été bue en deux minutes, sans le moindre effort. La respiration nasale mise en place se confirme lors de cet exercice dans la mesure où Charlène n'a éprouvé à aucun moment la nécessité de reprendre une inspiration buccale.

3.1.2. *L'examen orthodontique* (ANNEXE 25)

Au niveau dento-squelettique, aucune modification n'a pu être mise en évidence. Charlène présente toujours une endoalvéolie maxillaire latérale, une proalvéolie maxillaire supérieure ainsi qu'une béance verticale bilatérale. Aussi, les calculs des diamètres intermolaires et prémolaires de Korkhaus n'ont pas évolué depuis le bilan initial et indiquent toujours une légère étroitesse du maxillaire supérieur par rapport à la mandibule.

La formule dentaire de Charlène a, quant à elle, changé entre le début et la fin de la prise en charge puisque quatre dents définitives sont apparues en l'espace de six mois.

3.2. Marie

3.2.1. L'examen clinique (ANNEXE 27)

- **Posture et latéralité** : la posture de Marie n'a pas évolué de manière significative depuis le premier bilan (ANNEXE 28). Pour la latéralisation, on note des changements puisque son œil, son pied, son oreille et sa main dominante du même côté à savoir le côté droit.

- **Position de repos et respiration** : au repos, Marie parvient de plus en plus à maintenir une occlusion labiale. Aussi quand sa bouche s'ouvre, on peut constater que sa langue est maintenue au palais. Elle-même dit avoir conscience de la position de sa langue qu'elle confirme « collée au palais ». Sa respiration est majoritairement nasale. En effet, elle est désormais capable de maintenir ce type de respiration de manière exclusive pendant plusieurs minutes sans aucune difficulté.

- **Praxies et tonus** : à ce niveau, la progression est indéniable. La langue se meut aisément dans toutes les directions sans la moindre difficulté ni syncinésie. Elle est désormais entièrement dissociée de la mâchoire, de la tête et des lèvres. Le gonflement des joues ne pose plus de problème. Elle résiste également à un appui jugal pendant cet exercice. La tonicité tant de la langue et des joues que des lèvres, des masséters et du voile du palais a considérablement augmenté.

- **Articulation** : l'articulation demeure perturbée surtout pour le sigmatisme interdental sur les phonèmes /s/ et /z/, toujours notable. Les phonèmes /t/ /d/ et /n/ sont désormais réalisés avec un appui rétro-incisif, ce qui atteste un certain recul lingual par rapport à l'interposition relevée lors du bilan initial.

- **Déglutition** : la déglutition n'est pas encore automatisée. Sur les dix déglutitions effectuées, deux seulement sont correctement exécutées. Pour les autres, la contraction labiale ainsi que l'absence de contraction des masséters sont toujours présentes. La langue, quant à elle, se place désormais en position rétro-incisive supérieure. Ainsi, même si la déglutition n'est pas entièrement corrigée, on note une amélioration puisque l'appui lingual suit une évolution favorable et tend à reculer.

- **Mastication** : la mastication est à ce jour plus tonique et parfaitement alternée.
- **Succion** : cette épreuve atteste la disparition de la ventilation orale exclusive.

En effet, la nécessité de prendre des inspirations buccales n'est plus de mise. Aussi, la tonicité des structures orales est observable et notamment la contraction labiale qui était imperceptible au moment du premier bilan. Cette fois, il apparaît qu'un volume d'eau correspondant à 8 graduations a été aspiré par Marie alors qu'il était de 5 graduations au départ de la prise en charge.

3.2.2. *L'examen orthodontique* (ANNEXE 29)

Au niveau squelettique comme au niveau dentaire, aucune modification significative n'a pu être mise en évidence. Marie présente toujours une légère classe II. L'endoalvéolie bilatérale et bimaxillaire ainsi que la béance verticale persistent. Toutefois, les calculs des diamètres intermolaires et prémolaires de Korkhaus ont légèrement évolué depuis le bilan initial. Ils indiquent toujours un développement moins important du maxillaire supérieur par rapport à l'arcade mandibulaire mais soulignent cependant une expansion d'un millimètre de l'arcade maxillaire supérieure.

DISCUSSION & CRITIQUES

Discussion

Je présenterai dans un premier temps les résultats obtenus, d'abord d'une manière générale puis davantage dans le détail, sur l'évolution clinique de deux patientes observées durant une période de six mois. Ensuite, seront présentés des éléments d'analyse quant aux limites de la démarche initiée. Cette discussion sera suivie d'une partie « **Critiques** » qui présentera mes réflexions à l'issue de cette année de stage auprès d'une orthophoniste certifiée en réorganisation neuro-fonctionnelle.

1. Les principaux résultats

L'objectif premier de cette étude était d'évaluer les effets d'une prise en charge orthophonique exclusivement basée sur la méthode Padovan® dans le cadre de rééducations de déglutition atypique, chez des enfants en denture mixte (entre 7 et 10 ans). Par extension, nous étions convenues de mesurer les éventuelles modifications au niveau dento-squelettique, ainsi que les apports dans la réhabilitation des dysfonctions orales associées.

Au commencement de la prise en charge, les deux patientes de mon étude présentaient des similitudes dans leurs pathologies :

- déglutition atypique ;
- hypotonie de certaines structures bucco-faciales ;
- troubles articulatoires ;
- mastication faible et/ou unilatérale ;
- respiration buccale exclusive ;
- position de repos pathologique ;
- anomalie dans la posture ;
- latéralité mal définie ;
- déformations de l'articulé dentaire.

Après six mois de suivi, des progrès sont visibles sur l'ensemble des exercices correspondant aux différentes phases d'avancement de la méthode qui, par ailleurs, ont toutes été explorées. Certes, les exercices ne sont pas tous réalisés à la perfection et, s'ils provoquent encore quelques tensions, elles se sont toutefois fortement atténuées. Les syncinésies, très

souvent présentes au cours des premières séances n'ont plus été relevées et les deux patientes laissent même transparaître un « mieux être » général. De même, au fur et à mesure de l'avancement de la rééducation, les appréhensions et les réticences ont progressivement disparu.

Ainsi, au terme de mon observation qui, je le rappelle, ne coïncide pas avec la fin de la rééducation de déglutition qui avait valu la prescription orthophonique, des progrès sensibles ont été notés, témoignage d'une évolution positive. Voici, en quelques lignes, les points principaux pour chaque patient :

➤ **Charlène**

La posture de cette patiente a poursuivi une évolution favorable puisque la projection mentonnière s'est atténuée, de même que la cambrure excessive. De plus, un certain relâchement des épaules a été remarqué.

L'articulation, quant à elle, ne révèle plus d'anomalie dans la mesure où l'appui lingual rétro-incisif des premiers temps sur certains phonèmes s'est normalisé en devenant apico-dental.

La mastication, même si elle semble être légèrement plus vigoureuse, demeure unilatérale et se fait préférentiellement du côté gauche.

➤ **Marie**

Au niveau postural, aucune évolution majeure n'a pu être observée.

L'articulation s'est partiellement améliorée. Même si l'appui lingual demeure erroné sur les phonèmes /t/, /d/ et /n/, il a cependant reculé puisque l'interposition du départ s'est muée en un appui rétro-incisif. Toutefois, le sigmatisme interdental subsiste lors de la production des phonèmes /s/ et /z/.

La force masticatoire a augmenté entre le bilan initial et le bilan final. De plus, la bilatéralité de la mastication est désormais observable.

Pour les deux patientes, la position de repos des éléments bucco-faciaux s'est normalisée, allant de pair avec l'utilisation quasi constante d'une respiration nasale. Par ailleurs, l'aspect praxique et la force musculaire au niveau de la sphère orale ont connu des améliorations considérables. De plus, la latéralisation s'est précisée chez chacune des patientes et le côté dominant est homogène (pour l'œil, la main, le pied et l'oreille). Enfin, la déglutition, qui était l'objet même de ce mémoire et à l'origine de la rééducation

orthophonique, est en passe d'être automatisée. Dans les deux cas, elle s'est améliorée même si les habitudes dysfonctionnelles ne sont pas entièrement résorbées.

Ainsi, les hypothèses de départ sont partiellement validées. En effet, comme je viens de le décrire ci-dessus, la prise en charge orthophonique basée sur la méthode Padovan® menée chez ces deux patientes n'a pas permis, après une quinzaine de séances, de rétablir une déglutition fonctionnelle. Pour autant, les autres fonctions orales ont parfois connu des améliorations significatives. Ainsi, les deux patientes utilisent désormais de manière prépondérante une respiration nasale associée à une position de repos physiologique des structures anatomiques bucco-faciales. Par ailleurs, les praxies et le tonus musculaire ont connu une évolution favorable durant la prise en charge. Quant à la mastication, bien qu'elle se montre plus puissante dans les deux cas, elle n'est devenue bilatérale que pour une seule des deux patientes. Pour ce qui concerne l'articulation, elle s'est normalisée chez une patiente malgré les améliorations relevées chez l'autre.

Au niveau postural, des évolutions positives ont été observées chez une seule patiente. Toutefois, la latéralité s'est précisée pour toutes les deux.

Enfin, l'hypothèse émise au départ quant aux éventuelles modifications de la croissance dento-squelettique n'a, à ce jour, pas été validée puisque qu'aucune évolution significative n'a pu être mise en évidence à la suite des bilans orthodontiques réalisés après la prise en charge orthophonique.

2. Les limites et les contraintes de l'étude

Comme je viens de le préciser, l'ensemble des hypothèses n'a pu être validé et ce constat trouve peut-être son origine dans les limites de l'étude. Ainsi, une partie de cette non-validation pourrait incomber, sans doute, à une courte durée cumulée de prise en charge effective. En effet, Charlène et Marie ont respectivement bénéficié de 16 et 14 séances de rééducation sur une période de six mois en tenant compte de leurs absences occasionnelles et des vacances scolaires. De plus, il n'a été possible, pour des raisons d'organisation, de leur proposer qu'une seule séance par semaine. Or, il est préconisé dans la méthode Padovan® de pratiquer deux ou trois séances hebdomadaires afin de recueillir les conditions optimales d'efficacité. Aussi, la durée de ce travail me semble bien trop courte pour que l'évolution

favorable observée dans le domaine fonctionnel puisse avoir des répercussions sur la croissance dento-squelettique.

Enfin, j'ai conscience que le nombre de patients participant à cette étude est insuffisant pour concourir à l'obtention d'une quelconque validation de la méthode de rééducation présentée. Ainsi, les hypothèses de départ ne peuvent aboutir à des conclusions significatives, mais ont cependant valeur d'observations cliniques. Je rappelle également le cadre contraint de ce mémoire qui s'inscrit sur une année universitaire et qui limite, de fait, tant son volume que son périmètre expérimental. Malgré tout, j'espère que ma contribution pourra « ouvrir la route » à d'autres études. Ainsi, pour obtenir des résultats ayant valeur scientifique, il conviendrait d'étudier des populations plus importantes, présentant les mêmes pathologies, afin de comparer les résultats à une population témoin ayant suivi une prise en charge classique. Il serait également pertinent de mesurer les résultats post-rééducatifs ainsi que leurs évolutions sur le long terme.

En ce qui concerne mon expérience de la méthode, j'ai pris conscience, tant au cours de mes recherches théoriques sur le sujet que pendant la réalisation pratique des exercices, que son champ d'action pouvait dépasser la seule rééducation orthophonique. En effet, il faut reconnaître que les mouvements réalisés pour la rééducation paraissent quelquefois n'avoir qu'un lointain rapport avec la pathologie qui a valu la prescription, pour un non-initié à la neuro-évolution. Pourtant, les mobilisations et mouvements préconisés semblent avoir des conséquences dans des domaines autres que l'orthophonie. Ainsi, dans le cas des patientes de mon étude, j'ai relevé de manière empirique une amélioration physiologique dans la réalisation des exercices. Certes, j'ai conscience que ce constat laisse une part importante à la subjectivité mais je pense qu'il aurait sans doute été opportun de mesurer les interactions au niveau cognitif, moteur ou comportemental en recoupant les évaluations de différents praticiens spécialisés.

Toutefois, si le spectre d'intervention de la RNF est étendu, la littérature scientifique correspondant à la description de la méthode reste pauvre. Ainsi, parmi les difficultés majeures auxquelles je me suis trouvée confrontée lors de la finalisation de mon sujet de mémoire, j'indiquerai l'absence quasi-totale de documents de référence, de rapports ou d'études sur la méthode Padovan®. Cette situation a, notamment au début, sensiblement ralenti ma recherche. Il existe certes de nombreux sites Internet sur le sujet mais il m'a parfois été difficile d'en vérifier les sources. A cela, il convient d'ajouter la barrière de la langue car nombre de publications sont en portugais, la méthode trouvant sa source au Brésil.

Ainsi, face à cette rareté d'ouvrages ou de publications sur les données théoriques relatives à la RNF à laquelle je me suis heurtée, je me suis astreinte à suivre un premier module de formation dispensé par le Dr Sonia Padovan, pédopsychiatre, neuropsychologue et fille de l'initiatrice de la méthode, lors d'un séminaire organisé à Lyon en novembre 2012.

De plus, lorsque j'ai approché le thème de ce mémoire, il a fallu en lister toutes les facettes afin de disposer d'éléments de référence sur les différentes disciplines impactées par la RNF. En conséquence, j'ai effectué une sélection d'auteurs, dans des domaines aussi différents que la neurologie, l'orthopédie dento-faciale, la psychologie, la philosophie, la biologie, la kinésithérapie, etc. Ensuite, il a été nécessaire de mettre en corrélation, non sans difficulté, toutes les pièces de ce puzzle. Il m'aura fallu beaucoup de patience pour mener à bien ce projet et m'approprier l'ensemble de ces données afin d'aiguiser ma réflexion et de l'agrémenter avant de rédiger ces lignes. Par ailleurs, lors de mes recherches, notamment en neurologie, j'ai relevé des éléments qu'il eût certainement été judicieux d'approfondir mais leur développement n'aurait pu contenir dans ce document qui, par essence, se doit d'être synthétique.

Enfin, au cours de mes travaux, j'ai également supposé que certaines critiques émises à l'égard de la méthode Padovan®, pouvaient trouver leur origine dans leur proximité avec les théories de Steiner. Certes, certaines idées de cet auteur ont servi de fondement à la mise au point de la méthode, mais je me suis également appuyée sur les travaux de Piaget afin d'étayer ma réflexion.

3. Les perspectives orthophoniques

Lors de cette année de stage et grâce à cette étude, j'ai notamment pris conscience que ce que l'on nomme « rééducation de la déglutition atypique » dans notre nomenclature générale des actes professionnels est une formule que je trouve bien réductrice au regard de la pratique. En effet, la déglutition, loin d'être une fonction isolée, est intimement liée aux autres fonctions orales que sont l'articulation, la respiration et la mastication. Ainsi, une simple rééducation de déglutition atypique révèle en réalité des aspects bien plus larges qu'il nous appartient de ne pas négliger lors de notre rééducation. En conséquence, peut-être que l'expression « rééducation des fonctions orales » pourrait constituer une appellation plus adaptée à la réalité clinique.

Critiques

Comme je l'ai indiqué dans mon introduction, la méthode Padovan® fait l'objet de critiques de la part de certains praticiens qui, quelquefois sans en connaître les détails, l'attribuent à un geste thérapeutique de psychomotricien et voient peut-être dans les orthophonistes qui ont recours à cette méthode comme une forme d'usurpation.

Après huit mois passés auprès d'une orthophoniste certifiée en réorganisation neuro-fonctionnelle, j'ai pu acquérir une modeste expérience tout en gardant un certain recul afin d'apporter une réflexion critique sur cette pratique.

1. La formation Padovan®

Elle se répartit selon cinq modules, de quatre jours chacun, et doit s'accompagner d'une observation de soixante heures ainsi que d'une thérapie de vingt-huit heures réalisée sur soi par un thérapeute formé afin d'appréhender le ressenti des exercices d'une séance. Il faut compter près de 4000€ pour les cinq modules et une centaine d'euros pour la cure à observer sur soi. Le montant de la somme à investir, même s'il n'est pas prohibitif n'est tout de même pas neutre pour une méthode qui n'a toujours pas été officiellement reconnue par les services référents. Par ailleurs, le budget temps est également important puisque la durée de formation s'étale sur un peu plus de 200 heures (observation et cure comprises) généralement réparties sur plusieurs mois. Enfin, vient s'ajouter à tout ceci l'achat de matériel spécifique à la méthode (échelle, hamac suspendu, fauteuil...) qui demande notamment un réaménagement de l'espace de travail requérant une surface suffisante afin de pouvoir y pratiquer avec aisance les exercices au sol.

Toutefois, si la formation dispensée pour l'obtention du certificat de capacité en orthophonie fait l'objet d'évaluations régulières, la formation à la méthode Padovan®, tout comme du reste, la plupart des formations continues, n'est soumise à aucun examen des capacités des professionnels formés. Ainsi se pose à la fois la question des aptitudes réelles de ces praticiens formés, de la capacité à acquérir mais aussi celle de restituer les connaissances tout en étant certain de leur bonne pratique. Ce sujet fait l'objet d'une prise en compte par les formateurs Padovan puisque un cinquième et dernier module de formation vient d'être mis en place, au cours duquel les « apprentis thérapeutes » sont dans l'obligation de fournir une

vidéo d'une séance qu'ils ont menée avec un patient. Celle-ci fera ensuite l'objet d'une observation et d'une correction par les formateurs. De plus, un processus de certification a depuis peu été instauré afin de reconnaître les compétences des meilleurs praticiens et de faire en sorte qu'ils puissent se présenter comme maîtres de stage. Ainsi, chez ces derniers, les futurs thérapeutes pourront bénéficier des soixante heures d'observation prévues dans la formation. Avec la mise en place de ce dispositif, il semblerait que les critiques émises quant à la qualité des thérapeutes formés à la méthode Padovan® soient en passe d'être levées.

2. La méthode

La méthode Padovan® s'appuie, par son essence, sur la récapitulation des mouvements neuro-évolutifs réalisés par la majorité des enfants au cours de leur développement. Toutefois, cette méthode tend à exprimer l'existence d'un archétype de mouvements à réaliser à tout prix afin d'avoir un bon développement. Ne va-t-on pas vers une culpabilisation, une conduite anxiogène des parents qui, connaissant ces archétypes, pousseront leurs enfants à marcher à quatre pattes, à ramper ? En forçant le trait, ne risque-t-on pas de créer chez les parents inquiets un comportement obsessionnel ? A l'inverse, les enfants subissant une contrainte comportementale ne risquent-ils pas de vivre des situations traumatisantes ?

Par ailleurs, nous savons que ces mouvements neuro-évolutifs sont naturellement réalisés par la majorité des tout-petits et concourent à la formation comme à l'organisation de leur système nerveux. Pour autant, le fait de réaliser ces mouvements chez des enfants plus grands ou chez des adultes a-t-il la même efficacité et la même fonction ? Sont-ils intégrés de la même manière par un cerveau dont le développement se situe à un niveau plus avancé ? Certes, nous savons que la plasticité cérébrale existe à tout âge mais rien ne nous dit que l'intégration cérébrale de certains types de stimuli à quelques mois de vie est la même plusieurs années plus tard. Je souligne cependant que, durant cette année de stage, j'ai été amenée à observer des séances de rééducation pour des pathologies autres que la déglutition atypique. J'ai pu remarquer à cette occasion des évolutions positives chez plusieurs patients de tous âges bénéficiant de cette méthode de rééducation. Comme souvent et sans doute parce que l'on touche à l'humain, il convient d'appréhender le sujet avec une humilité toute particulière. S'il est prétentieux de dire qu'une thérapie est la panacée pour une pathologie, il est également quasi impossible de démontrer scientifiquement que telle autre ne produit aucun effet.

Ceci m'amène tout naturellement à évoquer ce qui reste toujours en suspens et constitue, je crois, la critique majeure de la méthode Padovan® qui vient alimenter le discours de ses détracteurs : malgré ses quarante années d'existence aucune étude ou contribution globale n'a, à ce jour, été menée de manière à apporter une validation scientifique à cette thérapie. Elle permettrait de mesurer les apports, les risques éventuels et peut-être aussi les limites de la méthode afin également de définir un périmètre ou une spécialité d'intervention. Ainsi, une réponse pourrait être apportée à un autre type d'interrogations sur la méthode qui, de par sa mise en œuvre, paraît relever à la fois du geste thérapeutique d'un kinésithérapeute ou d'un psychomotricien mais qui, en réalité, est pratiquée en majorité par des orthophonistes.

Au niveau de la prise en charge financière par l'Assurance Maladie, des questions se posent aussi. Ainsi, si pour le patient, le fait de suivre une rééducation orthophonique basée sur la méthode Padovan® ne change rien au niveau du remboursement, pour le rééducateur par contre, la cotation pose un réel problème. En effet, pour la plupart des pathologies recensées dans la nomenclature des orthophonistes, la durée moyenne d'une séance est d'une demi-heure. Cependant, une séance de RNF dure entre trois quart d'heure et une heure.

3. Le patient

Cette thérapie se veut globale et par là, le patient qui vient en rééducation est réellement pris dans son entier. Son trouble n'est pas vu comme quelque chose de réducteur, de ciblé, propre à une seule et même partie du corps. Par ailleurs, si on ne travaille jamais directement sur la difficulté, on prépare l'individu à la vaincre par des exercices récapitulant le développement ontogénétique. Ainsi, ce n'est pas le symptôme qui est au cœur de la rééducation mais bel et bien l'intégralité du patient.

Le patient ne sera jamais jugé responsable de l'échec d'une rééducation basée sur la méthode Padovan®, c'est toujours au thérapeute de se remettre en question et d'adapter les séances. Toutefois, s'il ne s'agit pas de culpabiliser le patient d'un quelconque échec, il ne doit pas non plus rester constamment passif. Il doit être acteur de sa rééducation et il convient donc de le responsabiliser. La rééducation est un travail, pas un jeu, durant lequel il devra s'attacher à suivre les indications, les suggestions apportées par les mains de l'orthophoniste. Il doit se montrer attentif, présent et actif pendant toute la durée de chaque séance, la qualité du soin en dépend.

Ensuite, il convient de préciser qu'il y a, somme toute, peu de place pour l'expression du patient en raison de l'ordonnancement strict et précis de chaque séance. Ainsi, il est des cas où le patient manifeste quelques réticences face à sa participation aux séances de rééducation qui, je le rappelle, contribue à la réussite rééducative. Pour ces situations, il est quelquefois nécessaire d'envisager un autre projet thérapeutique. En effet, il peut être parfois déroutant pour un patient de ne pas directement travailler sur le symptôme pour lequel il vient en rééducation et ce malgré les explications détaillées du thérapeute. Par ailleurs, il est des patients pour qui tout effort paraît contre nature et qui, de fait, refusent de pratiquer certains exercices.

4. Le thérapeute Padovan®

Je précise tout d'abord que la formation à la méthode Padovan® est accessible à l'ensemble des praticiens des domaines médicaux et paramédicaux. Cette possibilité m'amène à m'interroger sur l'intérêt de la RNF appliquée par plusieurs professionnels de santé à une même pathologie. Cela pose la question des frontières entre les professions. Pour autant, il me semble que chacun se doit de conserver sa vision des troubles et l'objectif thérapeutique correspondant à sa spécialité. L'œil avisé du praticien demeure celui du professionnel formé qu'il est.

Ensuite, dernier détail et non des moindres, en plus de la maîtrise de toutes les connaissances théoriques, les personnes ayant fait le choix de se former en réorganisation neuro-fonctionnelle doivent être en bonne forme physique. En effet, le patient est, malgré tout, relativement passif durant toute une partie de la séance et les manipulations à réaliser sur lui demandent force et assurance de manière à impulser correctement les mouvements. Afin d'être de bons guides pour les patients, les praticiens doivent également avoir eux-mêmes suivi des séances de thérapie Padovan® pour maîtriser les patrons moteurs qu'ils cherchent à obtenir de leurs patients. Rythme, synchronisation de la parole et des mouvements, assurance et précision dans leurs gestes, sont de rigueur pour les thérapeutes en vue d'être efficaces. Il importe toutefois qu'ils conservent suffisamment d'observation et de recul pour ajuster leurs pratiques au fil des séances en fonction des priorités fixées.

5. L'application à la rééducation de déglutition atypique

Le dictionnaire d'orthophonie nous précise que « *la rééducation de déglutition atypique nécessite en moyenne 10 à 12 séances de rééducation orthophonique* » (Brin, Courier, Lederlé, & Masy, 2004, p.69). En comparaison, une rééducation basée sur la RNF peut requérir, en fonction des patients, un temps plus long avant d'arriver à bout de la dysfonction. Toutefois, comme je me suis attachée à l'indiquer tout au long de ce mémoire, la déglutition n'est pas rééduquée de manière isolée mais prend en compte la réhabilitation de l'ensemble des fonctions orales. Par ailleurs, la suite de la définition de la déglutition atypique dans le même ouvrage ajoute que ce type de rééducation « *demande la motivation et la participation active de la personne à rééduquer. En effet, l'automatisation des nouveaux mouvements de déglutition ne peut être obtenue qu'à force d'un entraînement quotidien et régulier* » (Brin & al., 2004, p.69). Cet aspect est fondamental dans la prise en charge « classique » de la déglutition atypique et conduit dans nombre de cas à l'abandon de la rééducation ou à son non-aboutissement. A l'inverse, la RNF ne nécessite pas de pratique quotidienne de la part du patient. La seule contrainte qui lui est demandée est d'assister et de participer aux séances.

De plus, il ne s'agit à aucun moment de recourir à une conscientisation de la dysfonction ni même d'évoquer avec le patient la position physiologique des structures anatomiques lors de l'exercice de telle ou telle fonction orale. Ainsi, l'automatisation de la fonction ne se fait pas par répétitions intensives du geste à acquérir. Au contraire, la dysfonction disparaît naturellement au profit d'une fonction efficace grâce à la réhabilitation d'une base développementale associée au renforcement de l'ensemble des fonctions réflexo-végétatives prélinguistiques. Les améliorations constatées sont alors globales et touchent l'être dans son entier. Ainsi, le risque de récurrence et de réapparition du trouble devrait s'en trouver limité puisque la nouvelle fonction s'inscrit de façon solide et durable au sein du système nerveux réorganisé.

CONCLUSION

Ce travail m'a permis d'explorer une prise en charge orthophonique qui s'écarte quelque peu du cadre universitaire de mes études. Je tiens à rappeler que si j'ai choisi une observation de cas, et non pas une étude comparative par exemple, c'est tout simplement car il n'était aucunement question pour moi de confronter cette thérapie originale que constitue la méthode Padovan® à une méthode de rééducation classique ni d'établir un rapport de hiérarchie entre ces pratiques. Mon intention a toujours été claire, l'objet de ce travail était de focaliser une réflexion sur une méthode, parfois perçue comme une pratique ésotérique, qui semble pourtant se développer, sans toutefois faire l'objet de communications scientifiques. Loin de moi l'idée d'en faire l'apologie ou, au contraire, d'en faire un procès en sorcellerie, j'ai simplement souhaité user de mon esprit critique par une approche scientifique face à une méthode à la fois peu connue et reconnue que l'on associe bien souvent, à tort, à une thérapie psychomotricienne.

En ce qui concerne l'étude clinique, j'ai pu constater que l'observation de deux patientes a permis de valider partiellement les hypothèses de départ. Ainsi, bien que les six mois de prise en charge orthophonique basée sur la méthode Padovan® n'aient pas permis de faire totalement disparaître les habitudes dysfonctionnelles dans la déglutition, de nets progrès ont toutefois été relevés. De plus, les autres fonctions orales ont fait l'objet d'évolutions positives, notamment l'acquisition d'une respiration nasale associée à une position de repos physiologique des structures anatomiques bucco-faciales. Il en est de même pour les praxies et le tonus musculaire. Pour ce qui concerne la mastication et l'articulation, les résultats sont contrastés. Enfin, au niveau postural, des améliorations ont également été notées chez une des deux patientes.

Face à ces résultats globalement positifs et malgré les témoignages encourageants qu'elle peut générer tant auprès des orthophonistes qui la pratiquent que des patients qui en bénéficient, je ne peux que regretter l'absence de travaux d'expérimentation et de validation scientifique concernant la méthode Padovan® qui pourraient venir confirmer ou infirmer mon observation clinique.

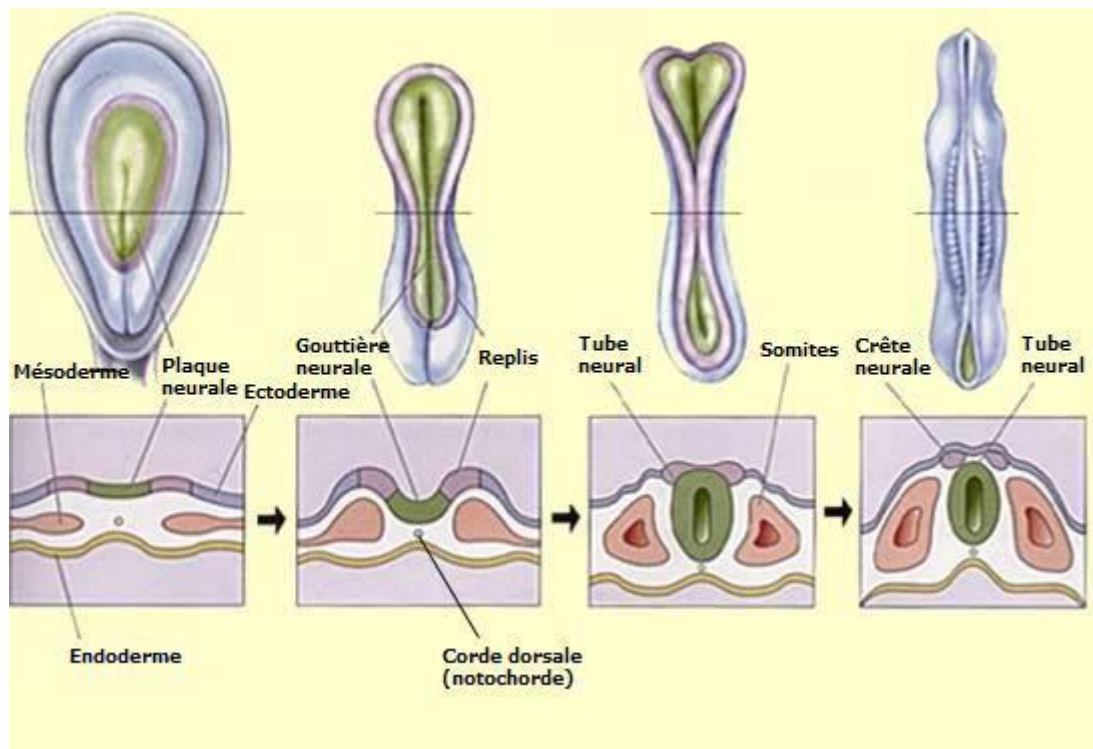
BIBLIOGRAPHIE

- Bertsch, J., & Le Scanff, C. (1995). *Apprentissages moteurs et conditions d'apprentissages*. Paris: Pratiques corporelles.
- Bocquet, E., Moreau, A., Honoré, J., & Doual, A. (2008). La déglutition dysfonctionnelle a-t-elle une influence sur la posture ? *L'Orthodontie Française*, 79, 115-125.
- Brin, F., Courrier, C., Lederlé, E. & Masy, V. (2004). *Dictionnaire d'orthophonie*. Isbergues : Ortho Edition.
- Busquet, L. (2000). *Les chaînes musculaires, tome 1 : Tronc, colonne cervicale, membres supérieurs*. Paris : Frison-Roche.
- Brooker, C., & Gould, D. (2001). *Le corps humain: étude, structure et fonction*. (I. Langlois-Wils & É. Lepresle, Trad.). Bruxelles : De Boeck université.
- Clauzade, M.-A., & Marty, J.-P. (1998). *Orthoposturodentie*. Perpignan : S.E.O.O.
- Deffez, J.-P., Fellus, P., Gérard, C.-L., & Dugas, M. (1995). *Rééducation de la déglutition salivaire*. Paris : Éd. CdP.
- Dulguerov, P., Remacle, M., & Collectif. (2009). *Précis d'audiophonologie et de déglutition : Tome 2, Les voies aéro-digestives supérieures*. Marseille : Solal.
- Felten, D. L., Shetty, A. N., & Netter, F. H. A. (2011). *Atlas de neurosciences humaines de Netter*. (N. Kubis, Trad.) Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.
- Fogassi, L. (2012). Les neurones miroirs. *Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie du Développement*, 33, 143-148.
- Fournier, M., & Lécuyer, R. (Éd.). (2009). *L'intelligence de l'enfant*. Auxerre : Sciences Humaines.
- Graziano, M. S. A., Aflalo, T. N. S., & Cooke, D. F. (2005). Arm Movements Evoked by Electrical Stimulation in the Motor Cortex of Monkeys. *Journal of Neurophysiology*, 94, 4209-4223.
- Hannaford, C. (Éd.). (1998). *La gymnastique des neurones*. (M.-C. Baland, Trad.). Paris : J. Grancher.
- Jeannerod, M. (2005). *Le cerveau intime*. Paris : Odile Jacob .
- Jenkins, W. M., Merzenich, M. M., Ochs, M. T., Allard, T., & Guic-Robles, E. (1990). Functional reorganization of primary somatosensory cortex in adult owl monkeys after behaviorally controlled tactile stimulation. *Journal of Neurophysiology*, 63, 82-104.

- König, K. (1996). *Les débuts de l'enfance : trois étapes fondamentales : marcher-parler-penser*. Mollie-Margot : La perle de Rosée.
- Lacombe, J. (2007). *Le développement de l'enfant de la naissance à 7 ans : Approche théorique et activités corporelles*. Bruxelles : De Boeck.
- Lejoyeux, E. (2007). La déglutition dysfonctionnelle : quoi de neuf ? *Orthodontie Bioprogressive*, 15, 65-69.
- Mairlot, M.-B., & Freres, M. (2002). *Maîtres et clés de la posture*. Paris : Frison-Roche.
- Mauhourat, S., Raberin, M., & Pernier, C. (2001). Formes cliniques du déséquilibre musculaire en denture mixte. Conséquences morphogénétiques. *L'Orthodontie Française*, 72, 83-99.
- Maurin, N. (1988). *Rééducation de la déglutition : et des autres fonctions buccales dans le cadre des malpositions dentaires*. Isbergues : Ortho Edition, 2009.
- Morin, O., & Grèzes, J. (2008). What is « mirror » in the premotor cortex? A review. *Clinical Neurophysiology*, 38, 189-195.
- Olivier, I., & Ripoll, H. (1999). *Développement psychomoteur de l'enfant et pratiques physiques et sportives*. Paris : Éd. Revue EP.S.
- Penfield, W., & Rasmussen, T. (1950). *The cerebral cortex of man: a clinical study of localization of function*. New York : Macmillan.
- Planas, P., & Petrovic, A. G. (2006). *La réhabilitation neuro-occlusale RNO*. (M. E. Chateau, J. Kolf, & J. Kolf, Trad.). Rueil-Malmaison : Éd. CdP.
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A.-S., McNamara, J. O., & White, L. E. (2011). *Neurosciences*. (J.-M. Coquery, Trad.) Bruxelles : De Boeck.
- Rigal, R. (2003). *Motricité humaine : fondements et applications pédagogiques*. Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.
- Struyf-Denys, G. (1978). *Les chaînes musculaires et articulaires*. Bruxelles : S.B.O.R.T.M.
- Thibault, C. (2007). *Orthophonie et oralité : La sphère oro-faciale de l'enfant*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.
- Trocmé-Fabre, H. (1987). *J'apprends, donc je suis*. Paris : Les Editions d'Organisation.
- Wogue, R. (2009). *L'os temporal, la mandibule et l'os hyoïde*. Vannes : Sully.
- Woisard, V. (2006). Le rôle de la langue. *Revue d'Orthopédie Dento Faciale*, 40, 309-331.

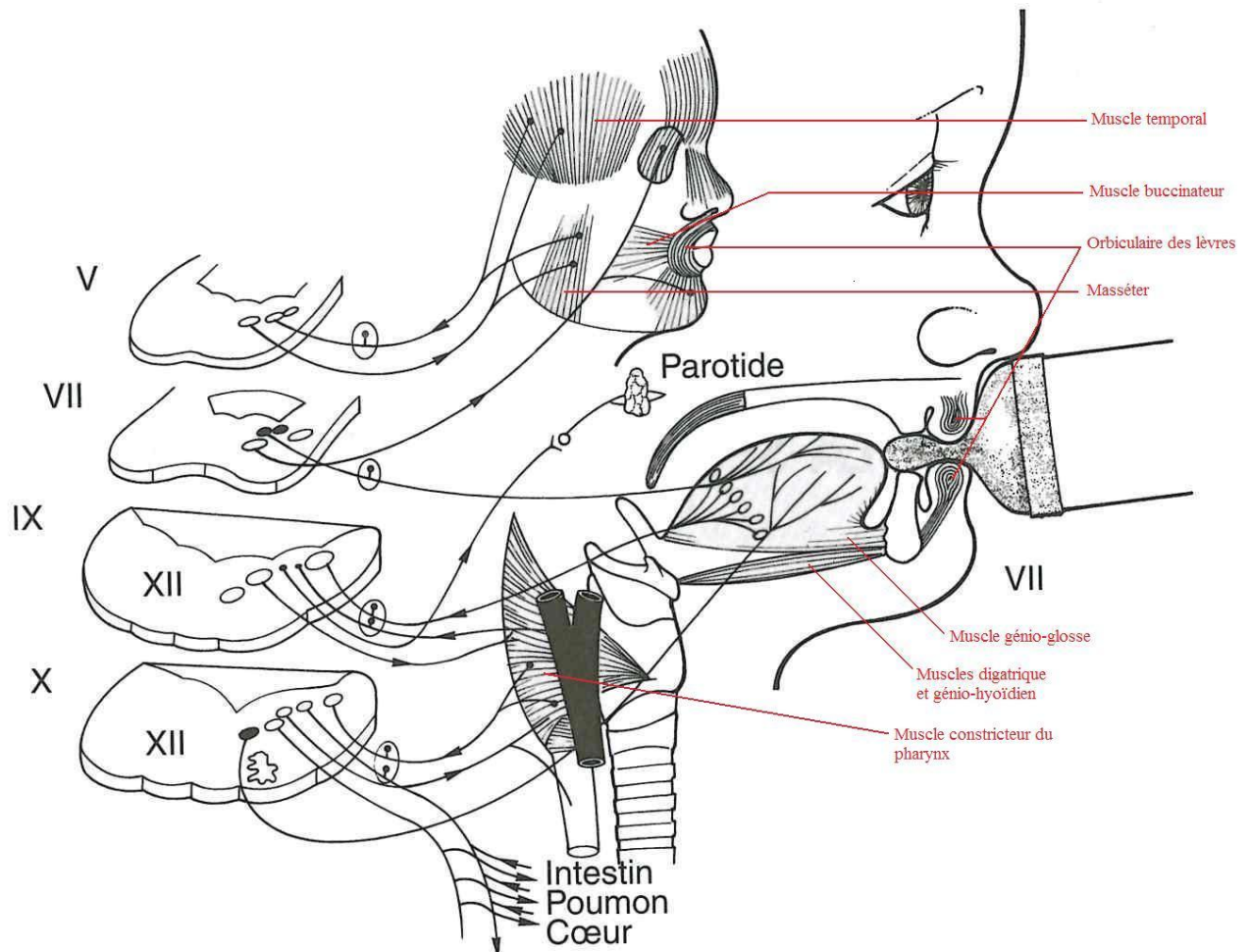
ANNEXES

ANNEXE 1 : Mise en place du système nerveux lors de l'embryogénèse



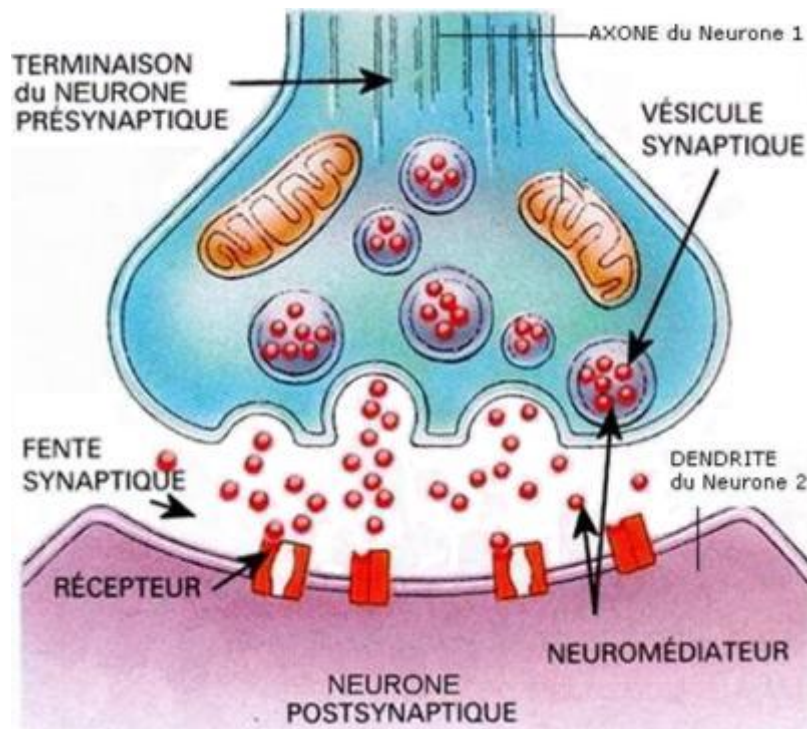
Source : <http://lecerveau.mcgill.ca/>

ANNEXE 2 : Les muscles et nerfs de la succion (Thibault, 2007)



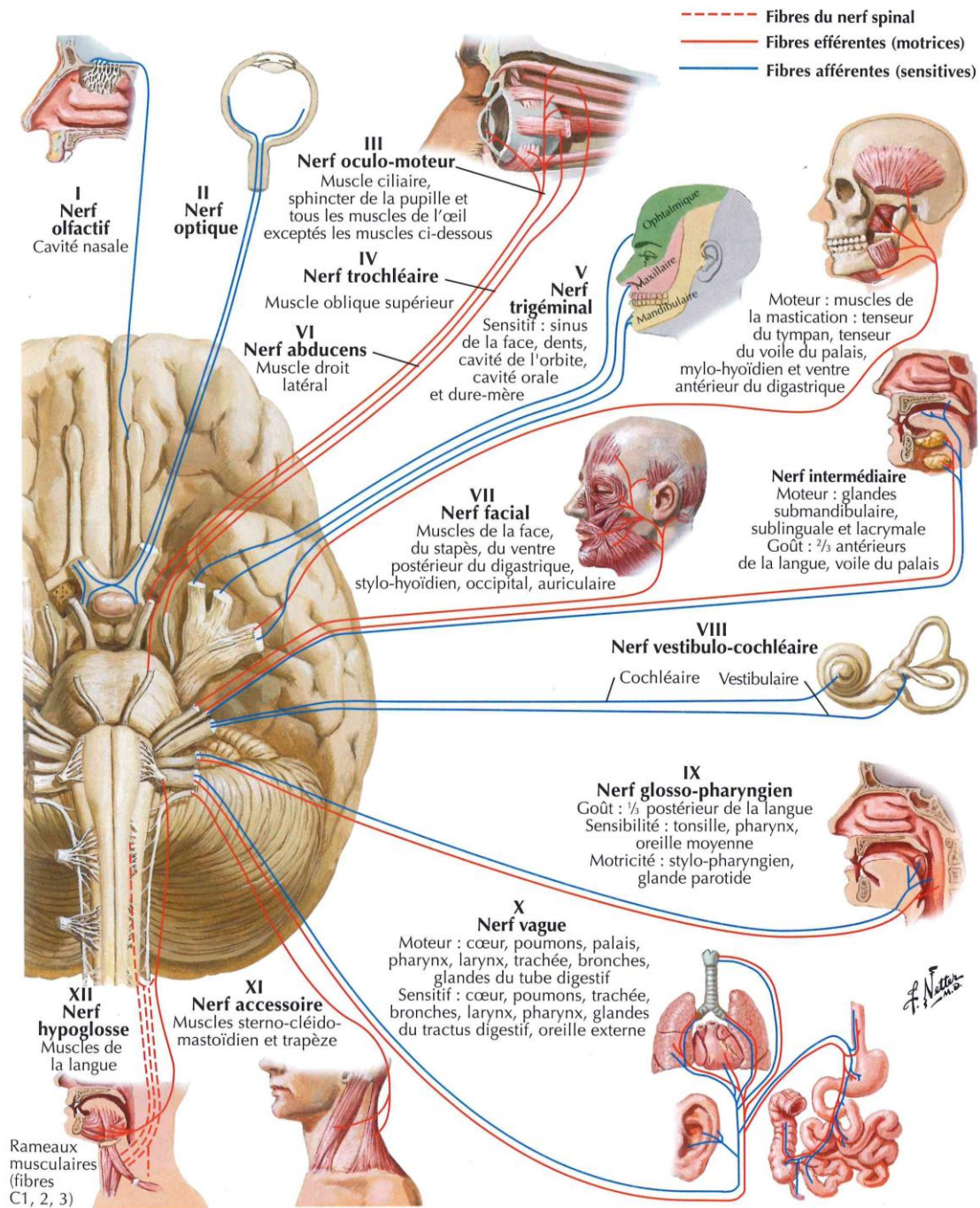
Les noms des muscles, en rouge, ont été rajoutés par mes soins.

ANNEXE 3 : La transmission synaptique

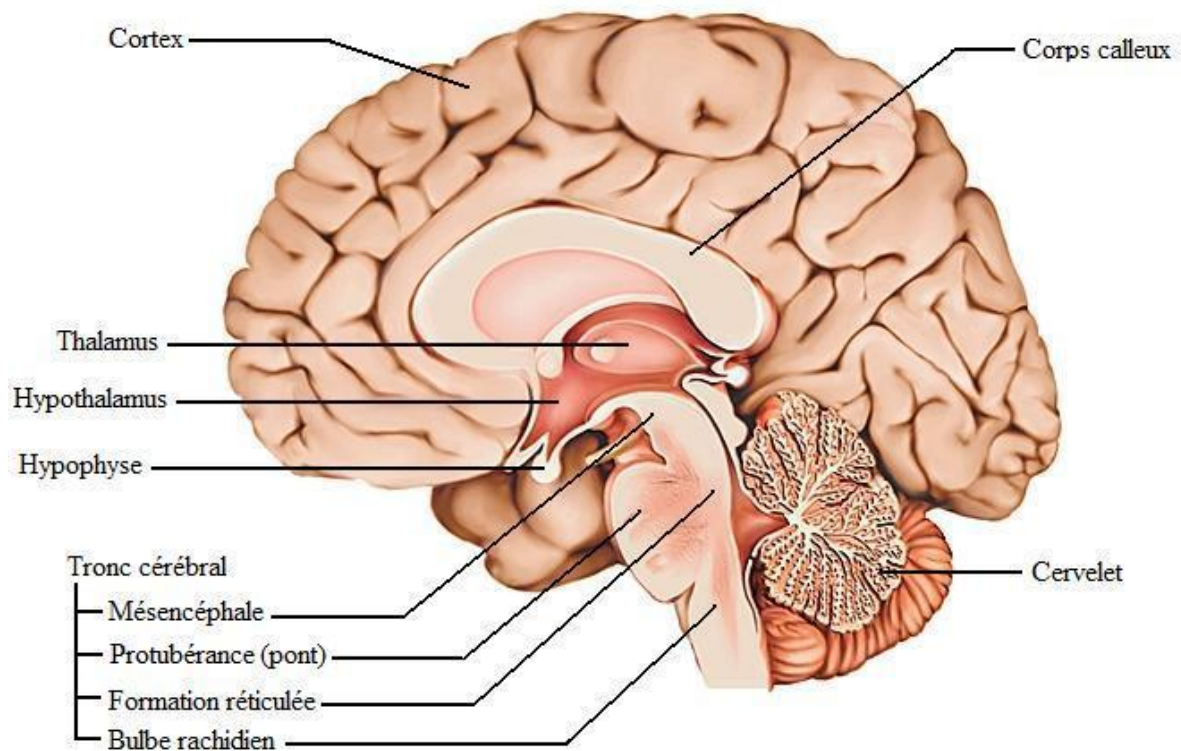


Source : <http://psychologie-m-fouchey.psyblogs.net/>

ANNEXE 4 : Les nerfs crâniens (Netter, 2011)



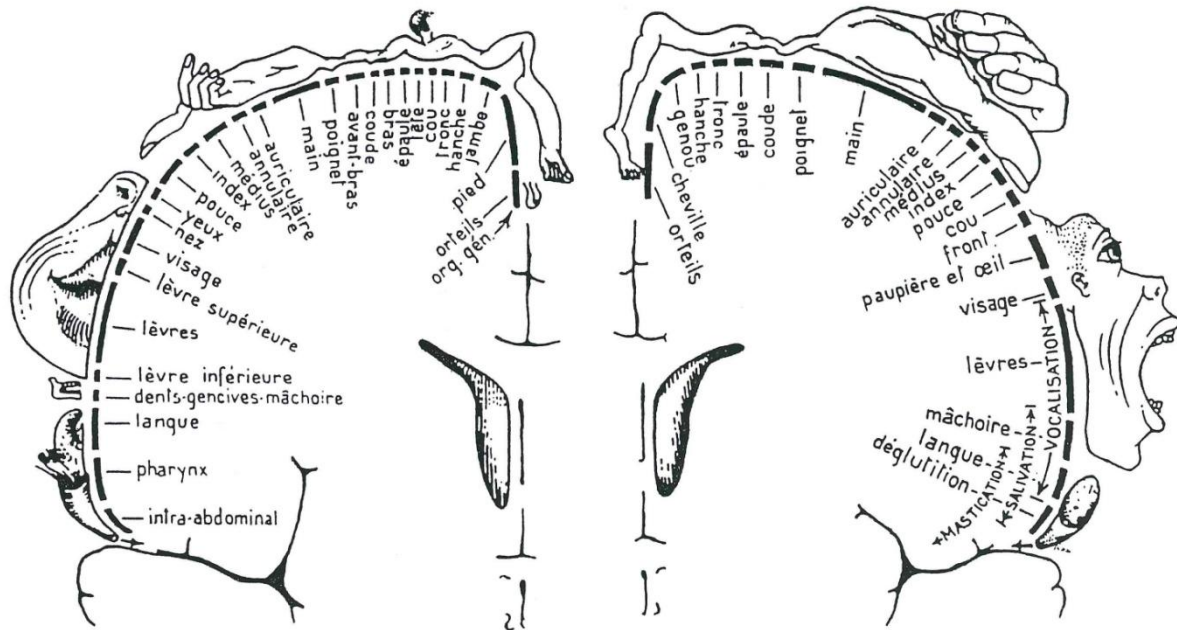
ANNEXE 5 : Coupe du cerveau



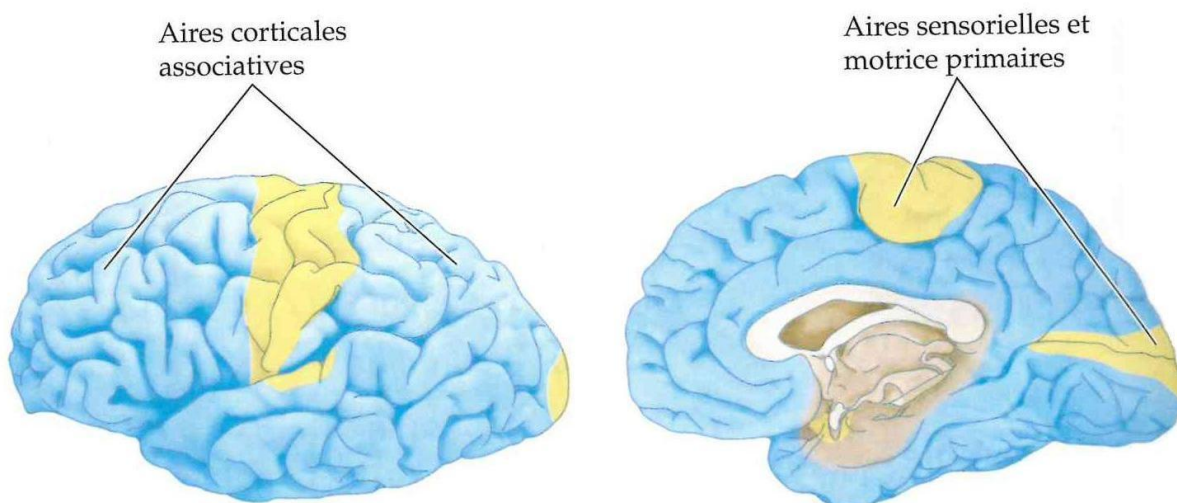
Les annotations ont été rajoutées par mes soins.

Source : <http://www.larousse.fr/encyclopedie/>

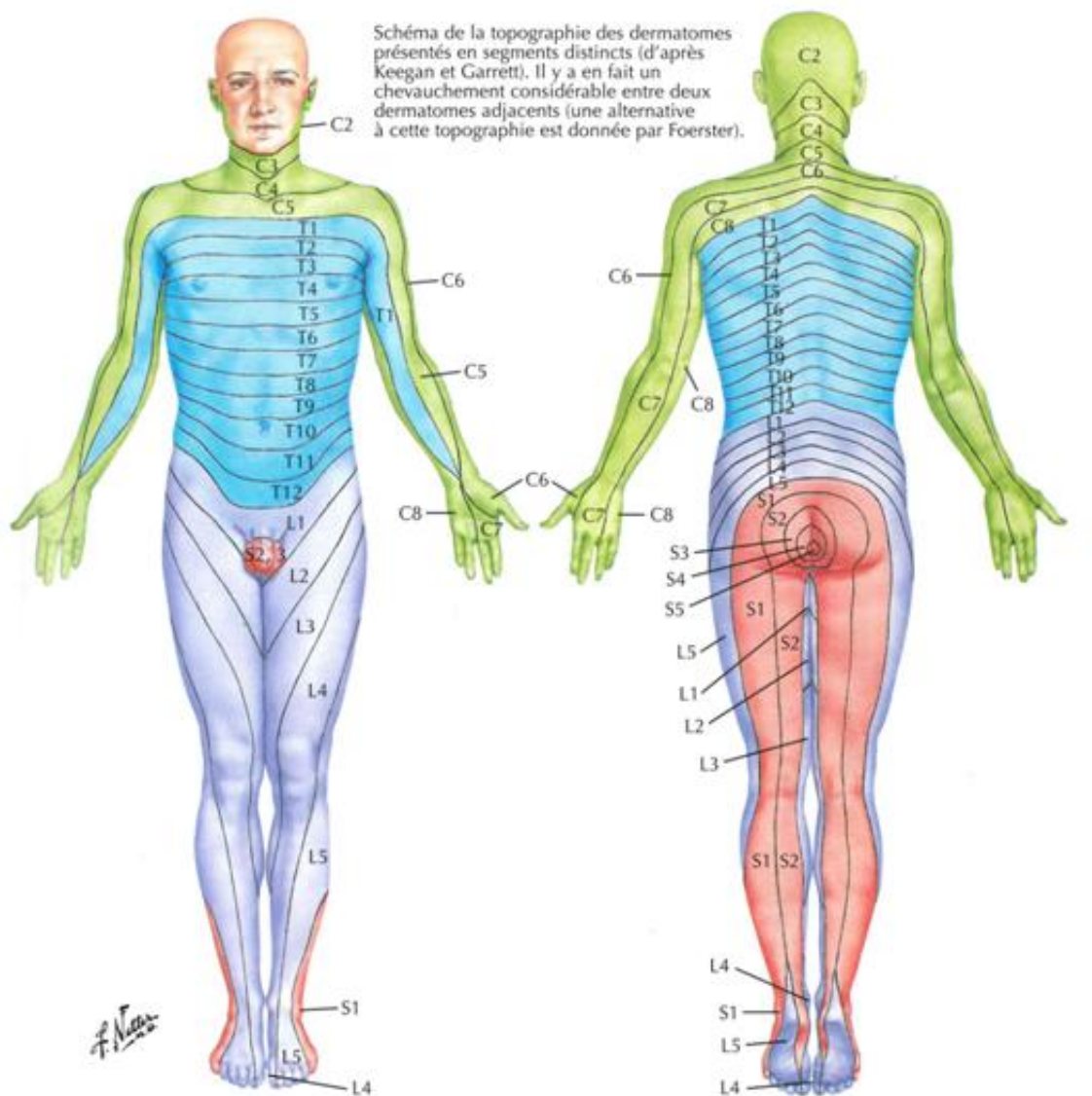
ANNEXE 6 : Homoncule moteur et sensoriel (Penfield & Rasmussen, 1950)



ANNEXE 7 : Localisation des aires primaires et associatives (Purves, 2011)



ANNEXE 8 : Les dermatomes (Netter, 2011)

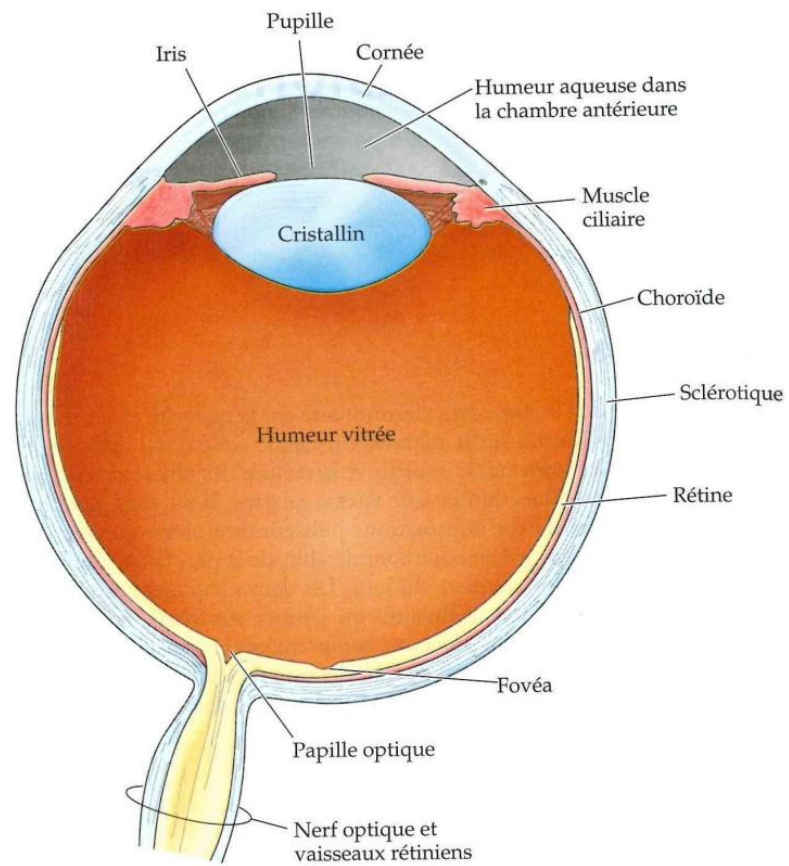


Niveaux des principaux dermatomes

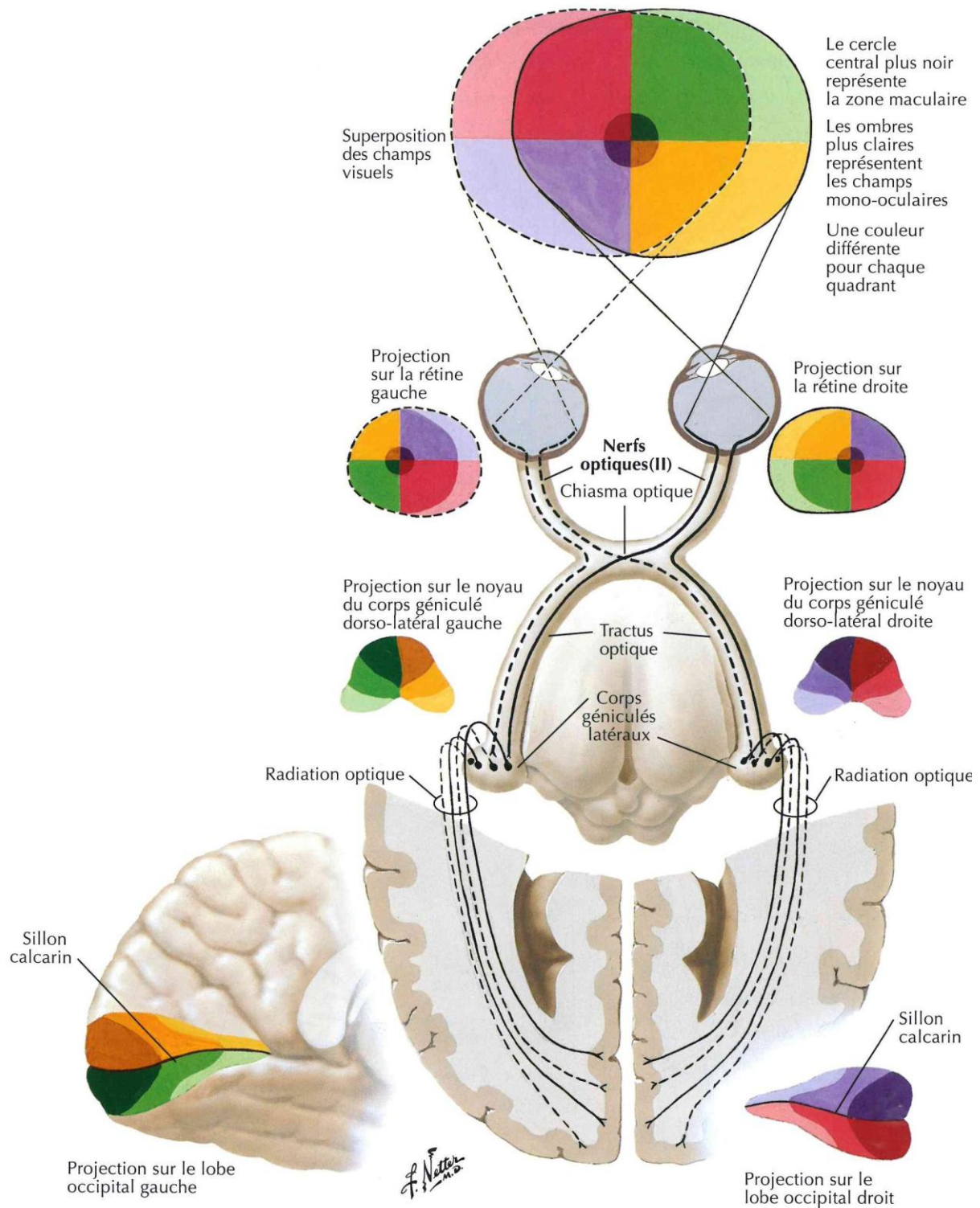
C5	Clavicules
C5, 6	Faces latérales des membres supérieurs
C6	Pouce
C6, 7, 8	Main
C8	Annulaire et auriculaire
C8, T1	Faces médiales des membres supérieurs
L1	Régions inguinales ou aines
L1, 2, 3, 4	Faces antérieure et médiale des membres inférieurs

L4	Face médiale du gros orteil
L4, 5, S1	Pied
S1	Bord latéral du pied et du petit orteil
S1, 2, L5	Faces latérale et postérieure des membres supérieurs
S2, 3, 4	Périnée
T4	Niveau du mamelon
T10	Niveau de l'ombilic
T12	Régions inguinales ou aines

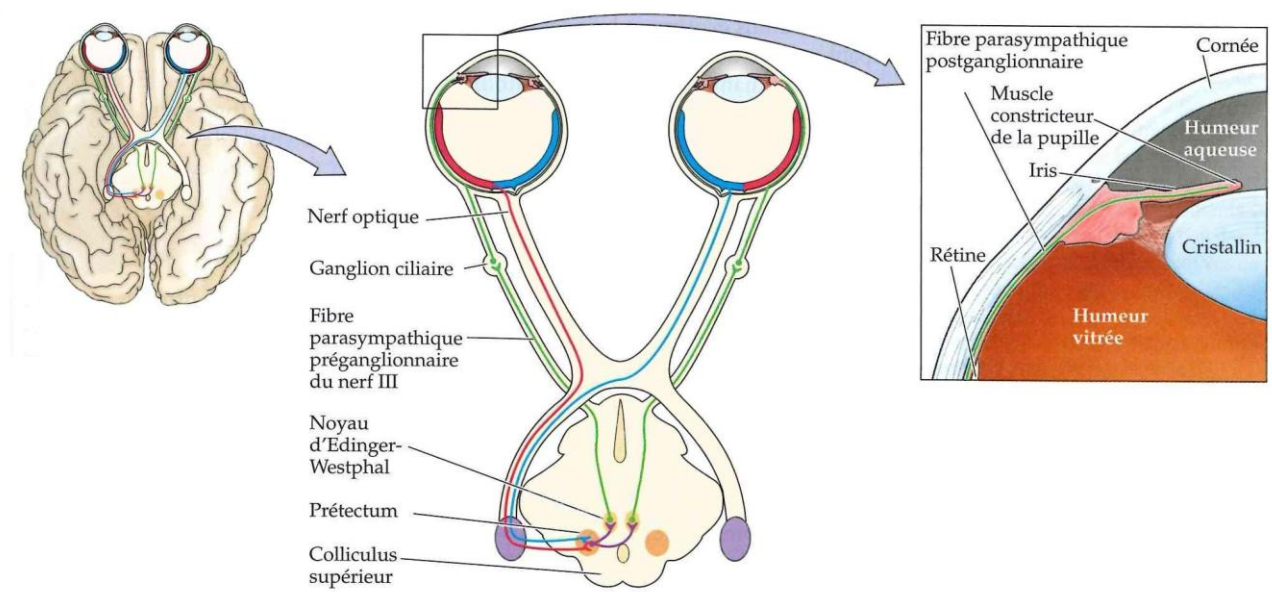
ANNEXE 9 : Anatomie de l'œil (Purves, 2011)



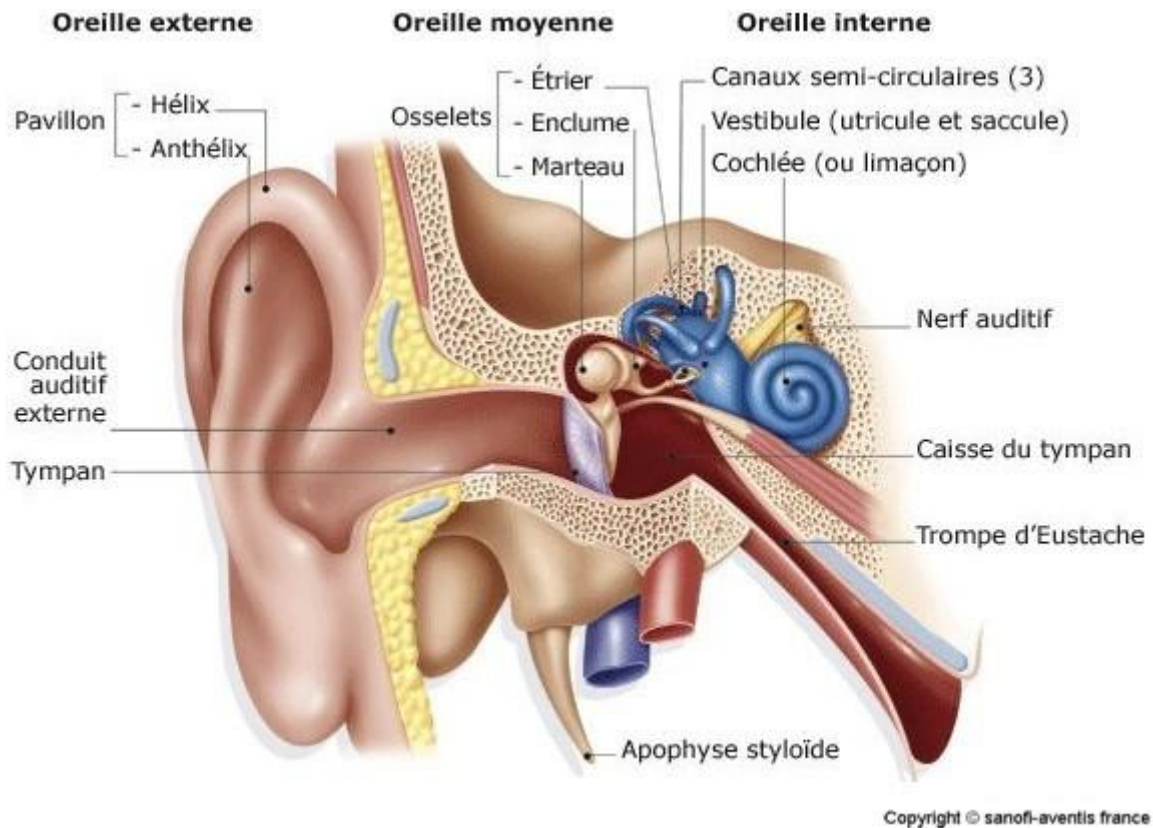
ANNEXE 10 : Le trajet de l'intégration corticale des stimuli visuels (Netter, 2011)



ANNEXE 11 : Les circuits du réflexe pupillaire à la lumière (Purves, 2011)

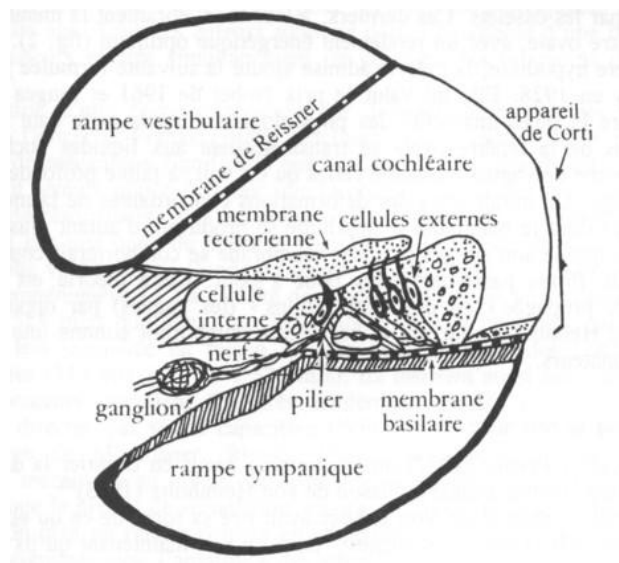


ANNEXE 12 : L'anatomie de l'oreille



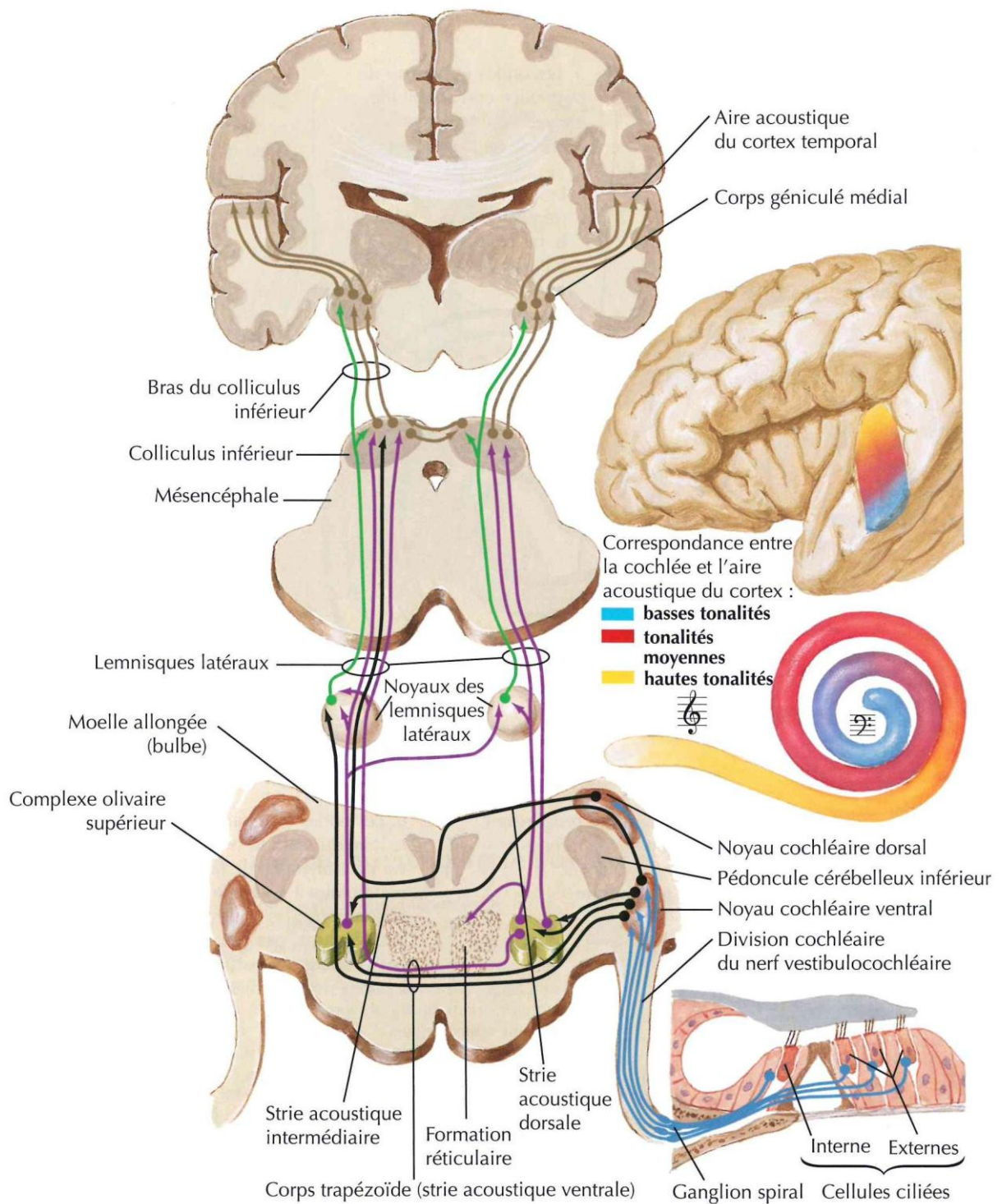
Source : <http://www.le-guide-sante.org/>

La cochlée

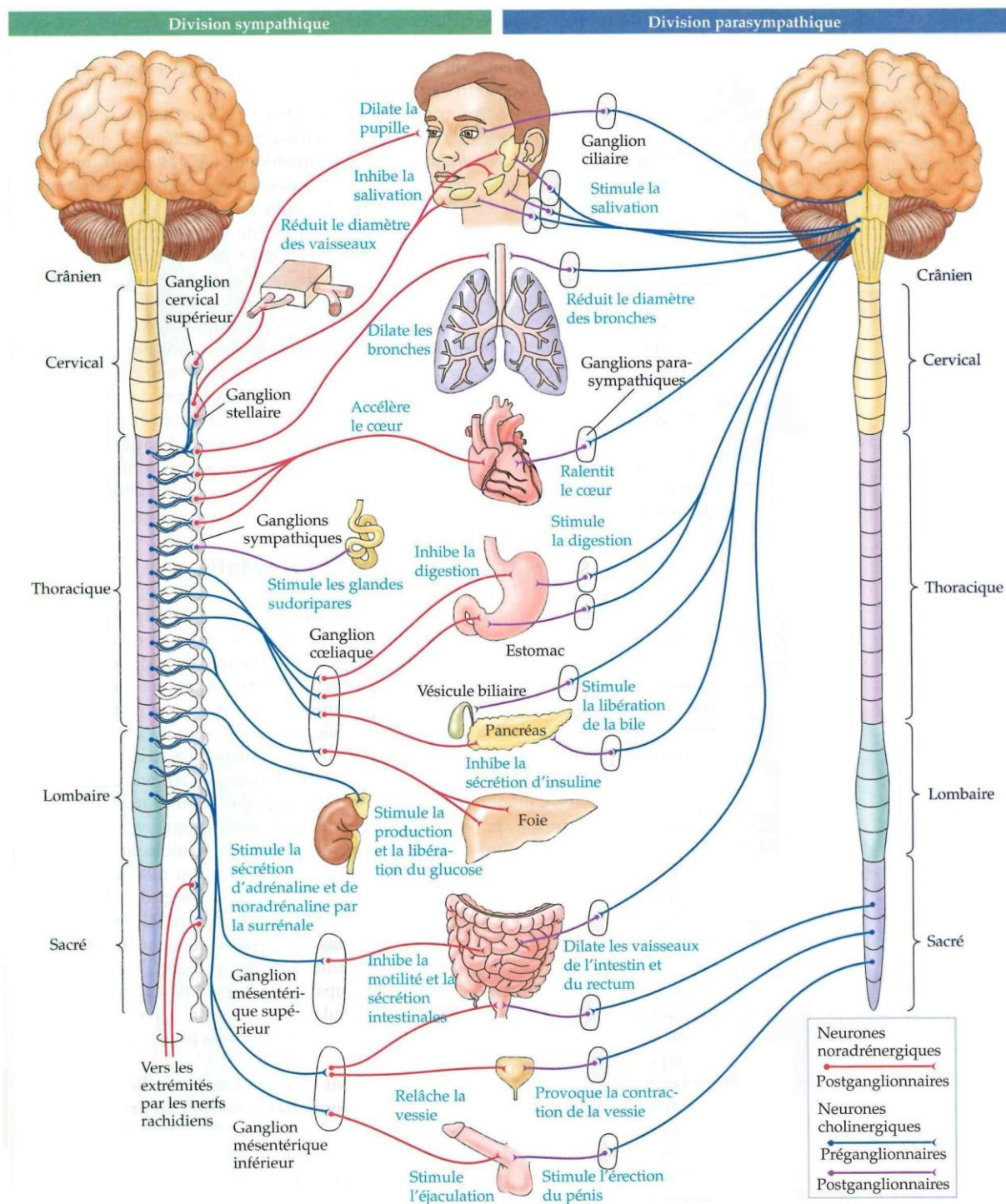


Source : <http://auriol.free.fr/psychosonique/ClefDesSons/> [Dessin extrait de E. Leipp (1977a)]

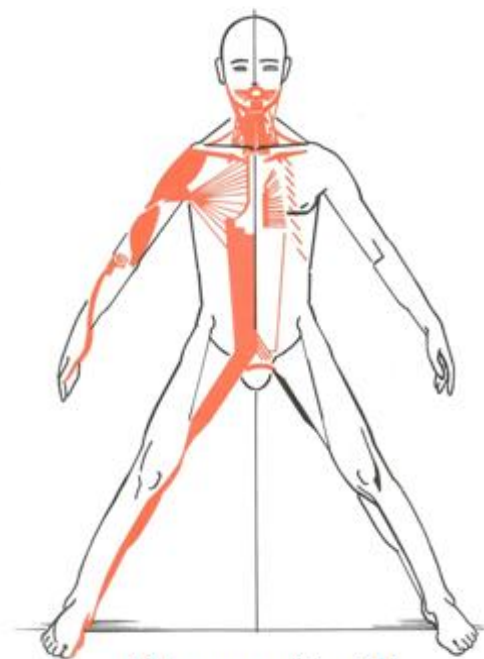
ANNEXE 13 : Le trajet de l'intégration corticale des stimuli auditifs (Netter, 2011)



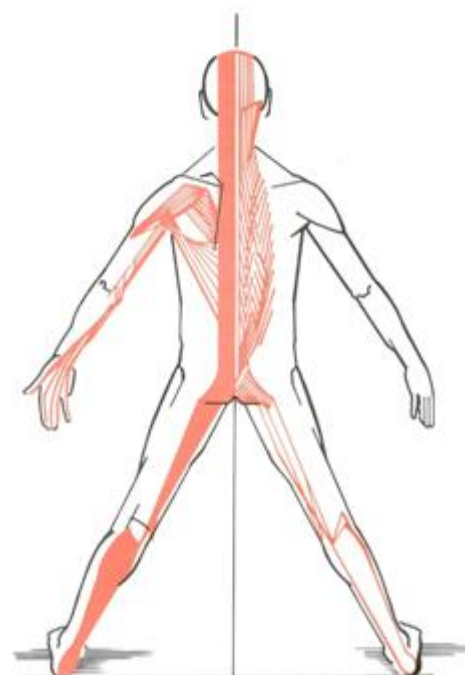
ANNEXE 14 : Vue d'ensemble des divisions sympathique et parasympathique du système nerveux autonome (Purves, 2011)



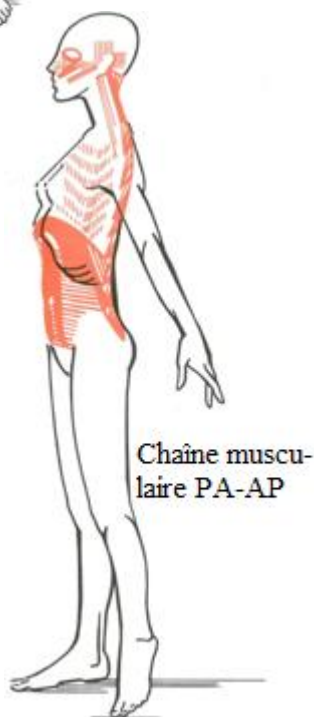
ANNEXE 15 : Les chaînes musculaires (Struyf-Denys, 1978)



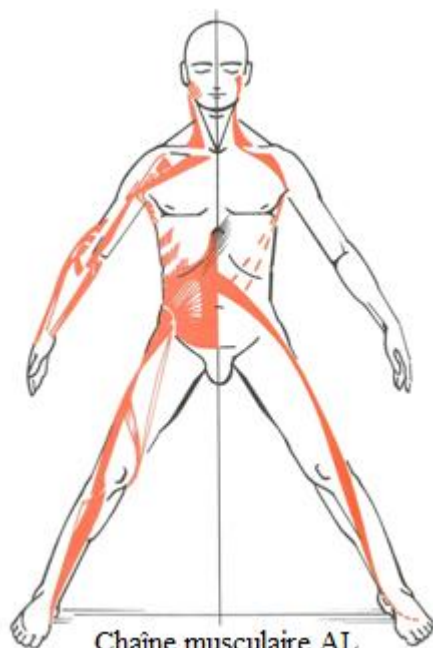
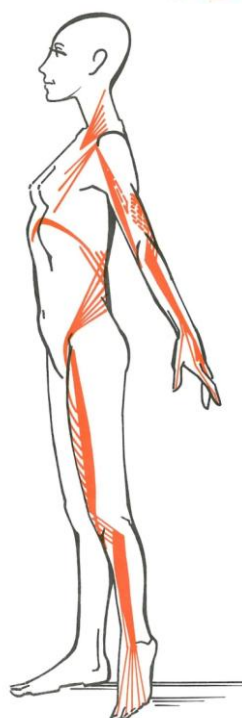
Chaîne musculaire AM



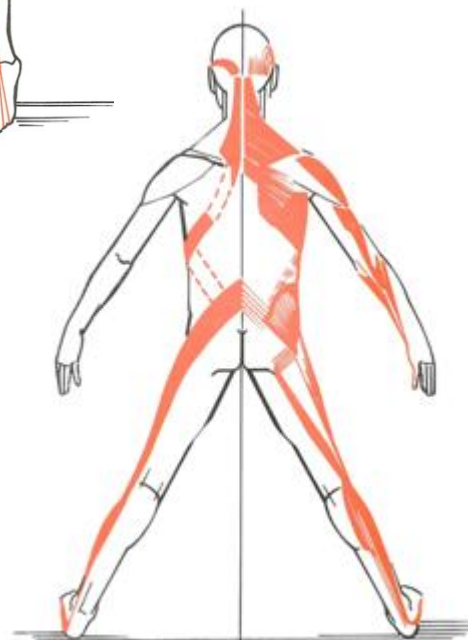
Chaîne musculaire PM



Chaîne musculaire PA-AP

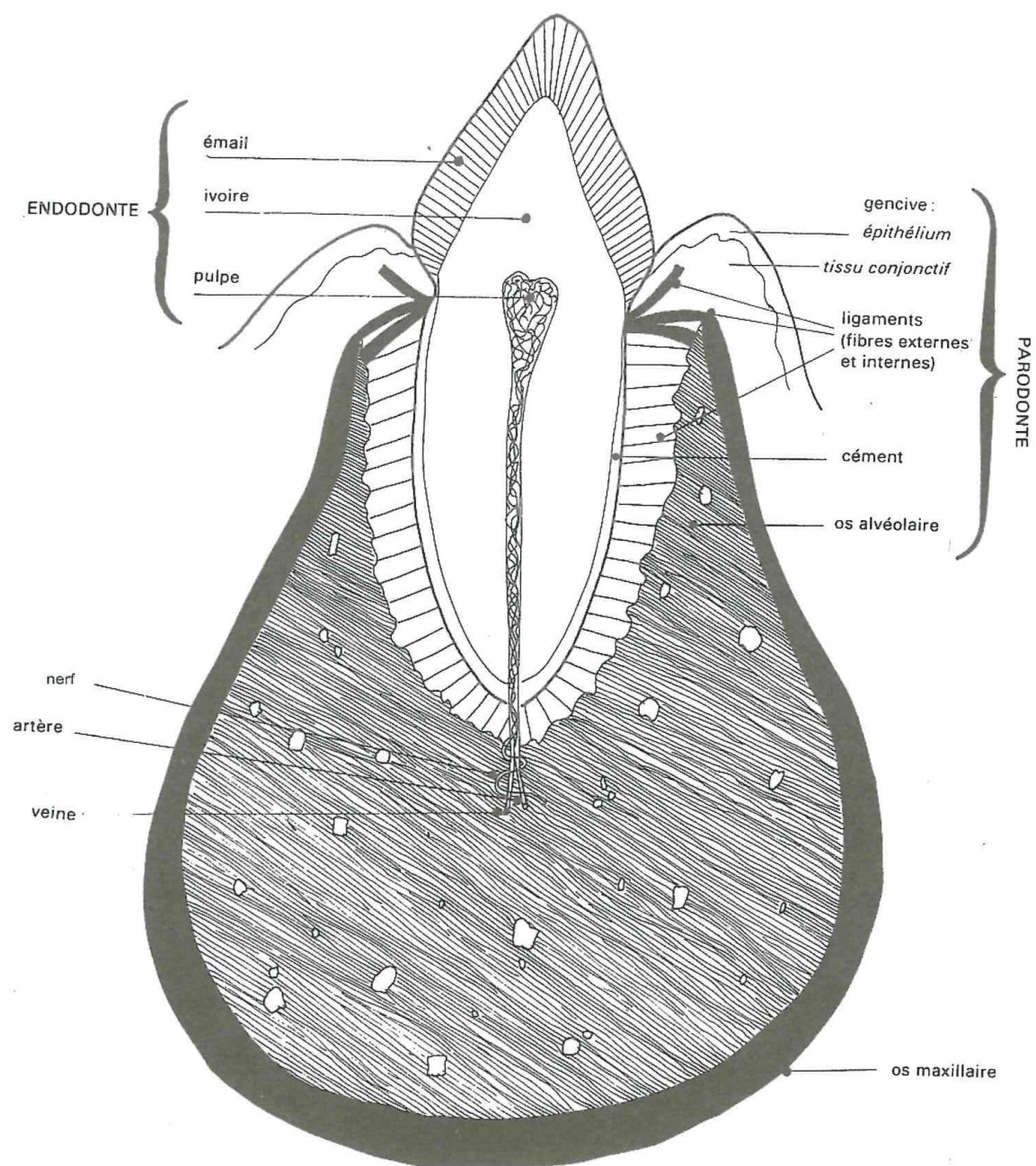


Chaîne musculaire AL

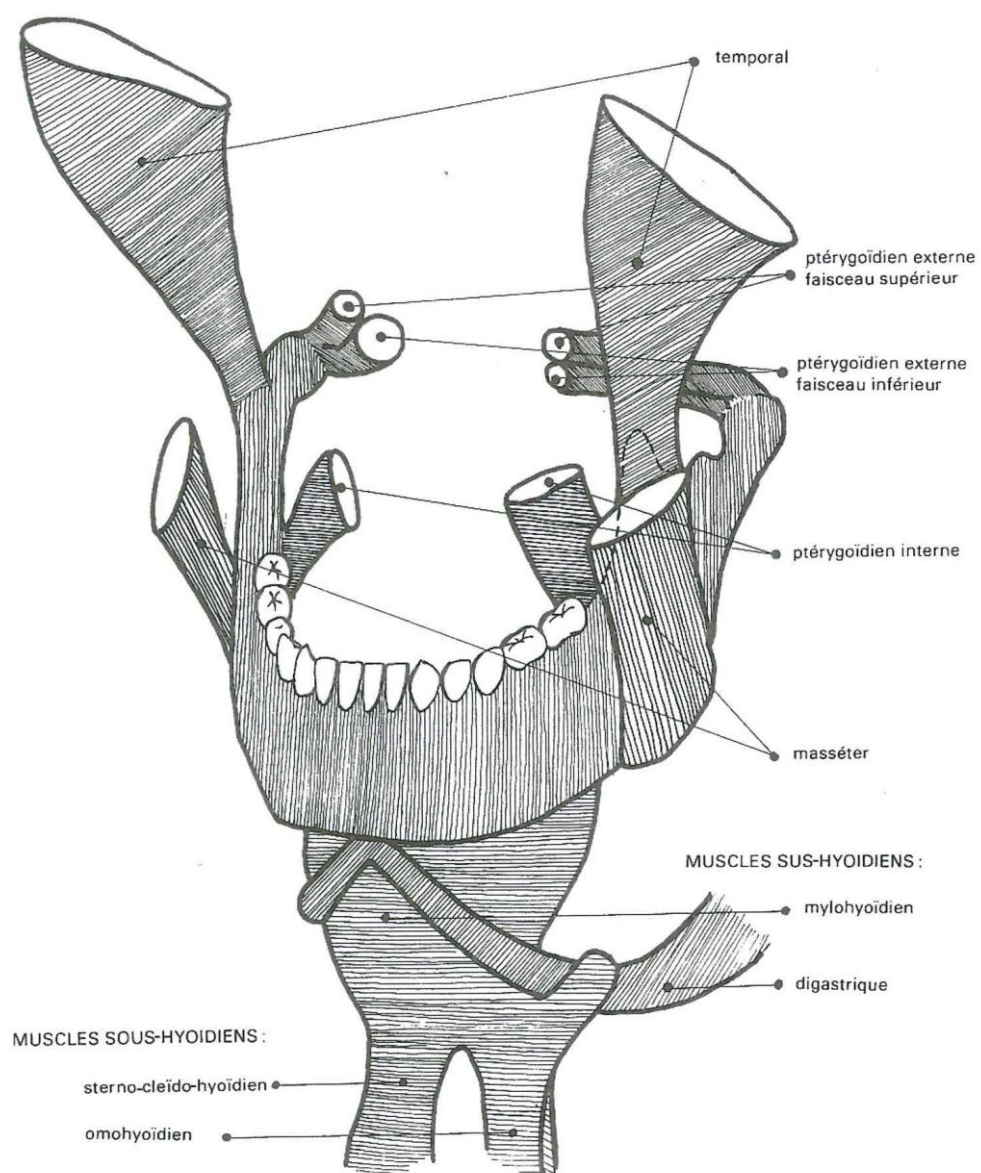


Chaîne musculaire PL

ANNEXE 16 : L'organe dentaire (Maurin, 1988)

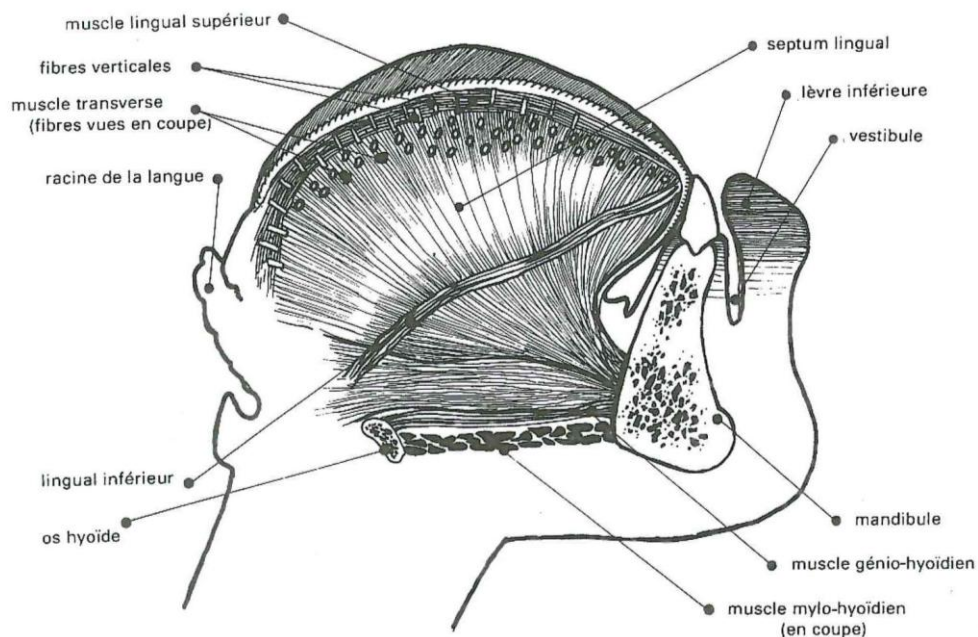


ANNEXE 17 : Les muscles masticateurs (Maurin, 1988)

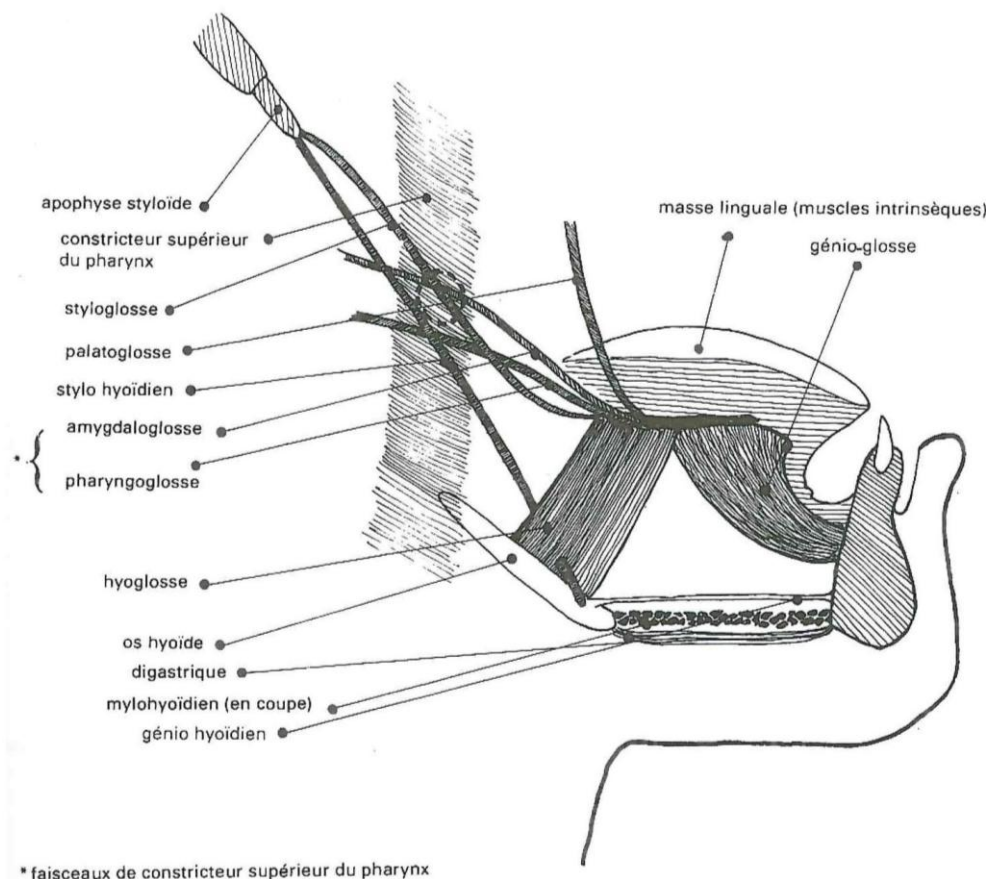


ANNEXE 18 : Les muscles de la langue (Maurin, 1988)

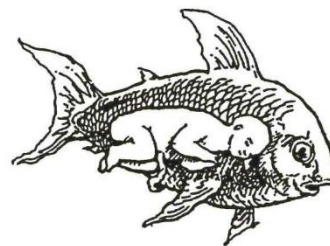
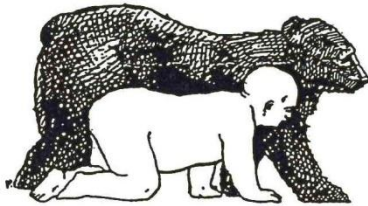
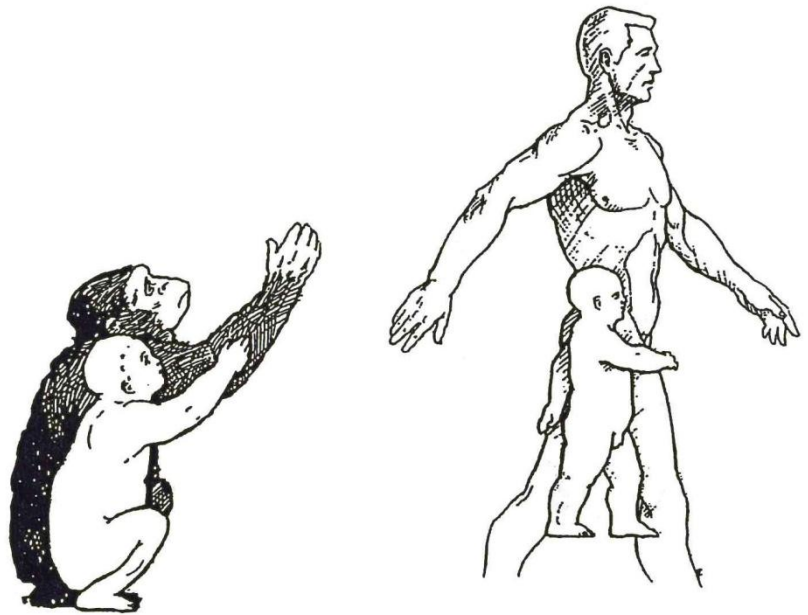
Les muscles intrinsèques



Les muscles extrinsèques et les muscles sus-hyoïdiens



ANNEXE 19 : L'intrication entre ontogénèse et phylogénèse



ANNEXE 20 : Bilan de déglutition MAURIN (1988)

Anamnèse

- . nom, prénom, date de naissance
- . motif de la consultation
(pourquoi un bilan orthophonique / explication rapide)
- . grossesse - accouchement - allaitement - sevrage
- . apparition des premiers mots, développement du langage
- . âge de la marche
- . manies de la succion - date d'éruption des molaires
- . propreté diurne et nocturne
- . tics, onychophagie,
- . trouble de la sphère O.R.L.
 - amygdales - végétations
 - otites, sinusites, rhinopharyngites,
 - asthme, allergies
 - obstruction nasale
 - ronflement respiration
 - nocturne buccale
- . autres difficultés ou problèmes
- . fratrie

* Examen clinique

Structures Anatomiques

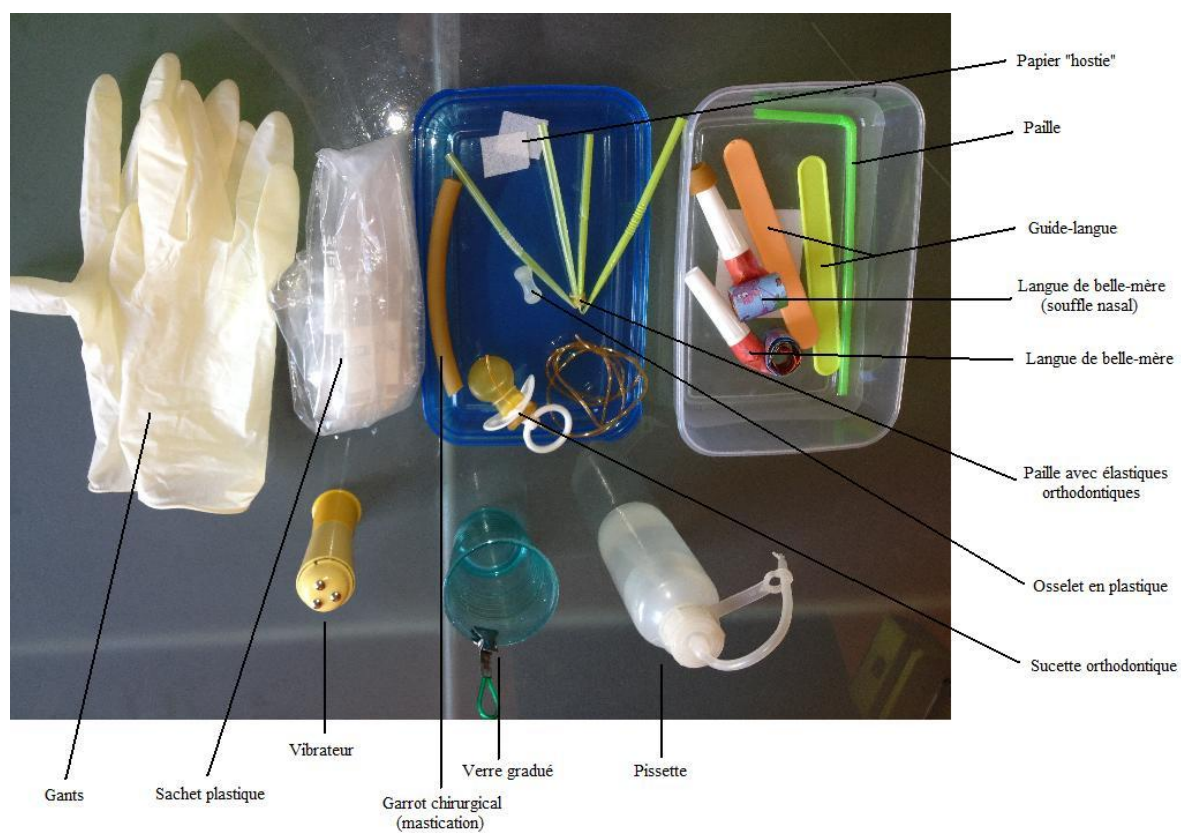
- . articulé dentaire :
 - normoclusion
 - supraclusion incisive
 - infraclusion incisive
 - proalvéolie
 - endoalvéolie
 - rétroalvéolie
- . vestibule :
 - freins labiaux
- . cavité buccale :
 - frein de la langue
 - réflexe nauséeux
 - palais dur
 - voile du palais
- . nez :
 - perméabilité
 - déperdition

Les Fonctions

Type de déglutition

- . eau placée dans la bouche
- . biscuits
 - adulte
 - atypique
 - * interposition
 - médiane
 - latérale
 - totale légère ou très importante
 - * appui rétro-incisif
 - supérieur
 - inférieur
 - contre les deux arcades
 - * contraction des masséters
- . déglutition des liquides
 - contraction lèvres
 - contact lingual sur le verre

ANNEXE 21 : Le matériel de bouche



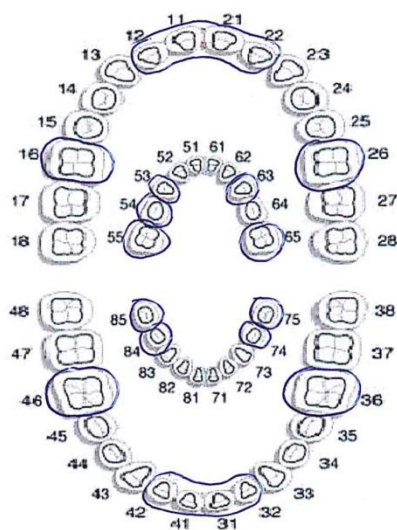
ANNEXE 22 : Bilan orthophonique initial de Charlène

Réalisé le 27/11/2012

BILAN DEGLUTITION ATYPIQUE

Examen clinique

Schéma dentaire



Respiration et position de repos :

Position de repos (bouche ouverte, mandibule, crispations, tics, langue interposée) :

bouche entrouverte
langue affaïmée (sur dents mandibulaires)

Respiration :

- ☒ buccale
- ☐ nasale
- ☐ mixte

Succion :

Nombre de graduations en 3 minutes : verre entier .

☐ bavage

tensions +++ (d'abord visage +
épaules puis pentout)
tremblements à la fin .

Mastication :

☒ unilatérale (gauche)
☐ alternée

Déglutition :

☐ normale

☐ interposition linguale : ☐ antérieure
☐ latérale
☐ totale (sur tout le pourtour antéro-latéral)

☒ appui rétro-incisif : ☒ supérieur
☐ inférieur
☐ contre les deux arcades

☐ contraction des masseters

☒ contraction labiale

Articulation :

appui rétro-incisif supérieur

p	f	t	s	ʃ	k
b	v	d	z	ʒ	g
m		n		ɲ	
		l		j	
		ʀ			

- : mauvais point d'articulation + déformation audible
- : mauvais point d'articulation mais déformation inaudible
- : articulation correcte

Les éléments musculaires (praxies et tonicité) :

- | | |
|-----------------|--|
| joues et lèvres | ☒ gonfler les joues |
| | ☒ garder l'air dans les joues malgré un appui |
| | ☒ résister à un guide-langue placé entre la joue et les arcades |
| | ☒ résister à un guide-langue placé entre les lèvres (<i>miseuse pour lèvre inférieure</i>) |
| langue | ☒ la tirer sans contact labial |
| | ☒ toucher la lèvre supérieure puis inférieure |
| | ☒ toucher les commissures labiales |
| | ☒ toucher les papilles palatines, y rester quelques secondes |
| | ☐ la coller au palais, frein étiré |
| | ☐ la faire claquer, frein étiré |
| masséters | ☐ contraction (serrer les dents) |

Syncinésies :

Latéralité :

- | | | |
|-----------|--|---|
| Œil : | ☒ droit | ☐ gauche |
| Main : | ☒ droite | ☐ gauche → <i>variable</i> |
| Oreille : | ☒ droite | ☐ gauche |
| Pied : | ☐ droit | ☒ gauche |

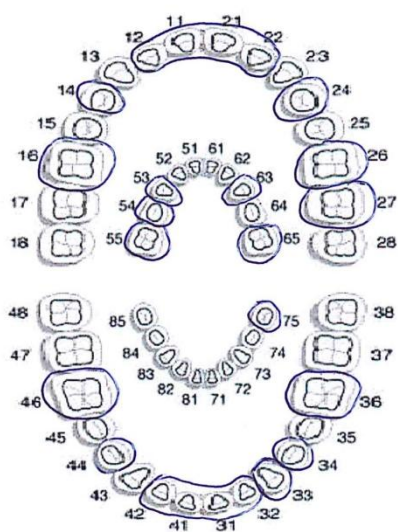
ANNEXE 23 : Bilan orthophonique d'évolution de Charlène

Réalisé le 31/05/2013

BILAN DEGLUTITION ATYPIQUE

Examen clinique

Schéma dentaire



Respiration et position de repos :

Position de repos (bouche ouverte, mandibule, crispations, tics, langue interposée) :

lèvres fermées
langue / dents pas apparentes

Respiration :

- ☐ buccale
- ☒ nasale
- ☐ mixte

Succion :

Nombre de graduations en 3 minutes :

☐ bavage

verre bu en 2 min 05 s.
pas de synchronisme ni de
tension.

Mastication :

☒ unilatérale

☐ alternée

(gauche)

Déglutition :

☐ normale → possible 2 fois

☐ interposition linguale : ☐ antérieure

☐ latérale

☐ totale (sur tout le pourtour antéro-latéral)

☒ appui rétro-incisif : ☒ supérieur

☐ inférieur

☐ contre les deux arcades

☐ contraction des masseters +/

☒ contraction labiale

Articulation :

p	f	t	s	ʃ	k
b	v	d	z	ʒ	g
m		n		ɲ	
		l		j	
		ʀ			

- : mauvais point d'articulation + déformation audible

- : mauvais point d'articulation mais déformation inaudible

- : articulation correcte

Les éléments musculaires (praxies et tonicité) :

- joues et lèvres ☒ gonfler les joues
 ☒ garder l'air dans les joues malgré un appui
 ☒ résister à un guide-langue placé entre la joue et les arcades
 ☒ résister à un guide-langue placé entre les lèvres
- langue ☒ la tirer sans contact labial
 ☒ toucher la lèvre supérieure puis inférieure
 ☒ toucher les commissures labiales
 ☒ toucher les papilles palatines, y rester quelques secondes
 ☒ la coller au palais, frein étiré
 ☒ la faire claquer, frein étiré
- masséters ☒ contraction (serrer les dents)

Syncinésies :



Latéralité :

- | | | |
|-----------|--|---------------------------------|
| Œil : | ☒ droit | ☐ gauche |
| Main : | ☒ droite | ☐ gauche |
| Oreille : | ☒ droite | ☐ gauche |
| Pied : | ☒ droit | ☐ gauche |

ANNEXE 24 : Evolution posturale de Charlène

27 novembre 2012



31 mai 2013



ANNEXE 25 : Bilan orthodontique de Charlène

Photos

Avant



Après

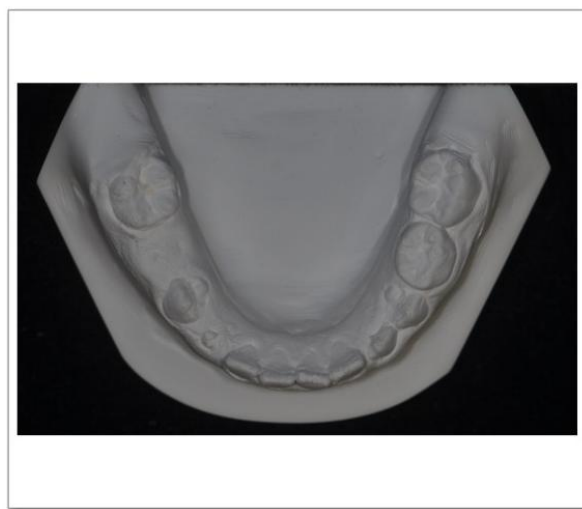
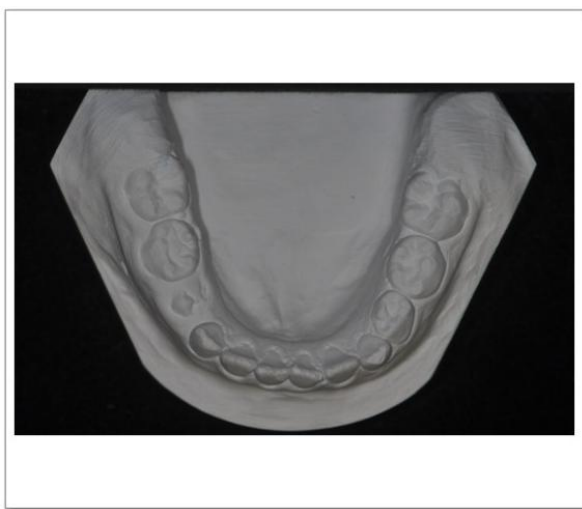


Moulages

Avant



Après



Analyse de Korkhaus

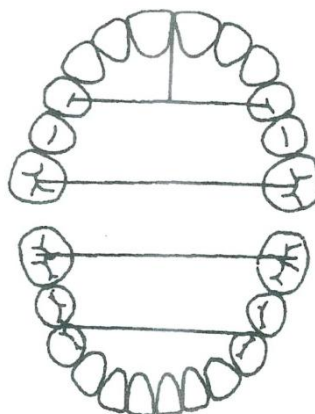
Avant -- Après

30 — 30

43 — 43

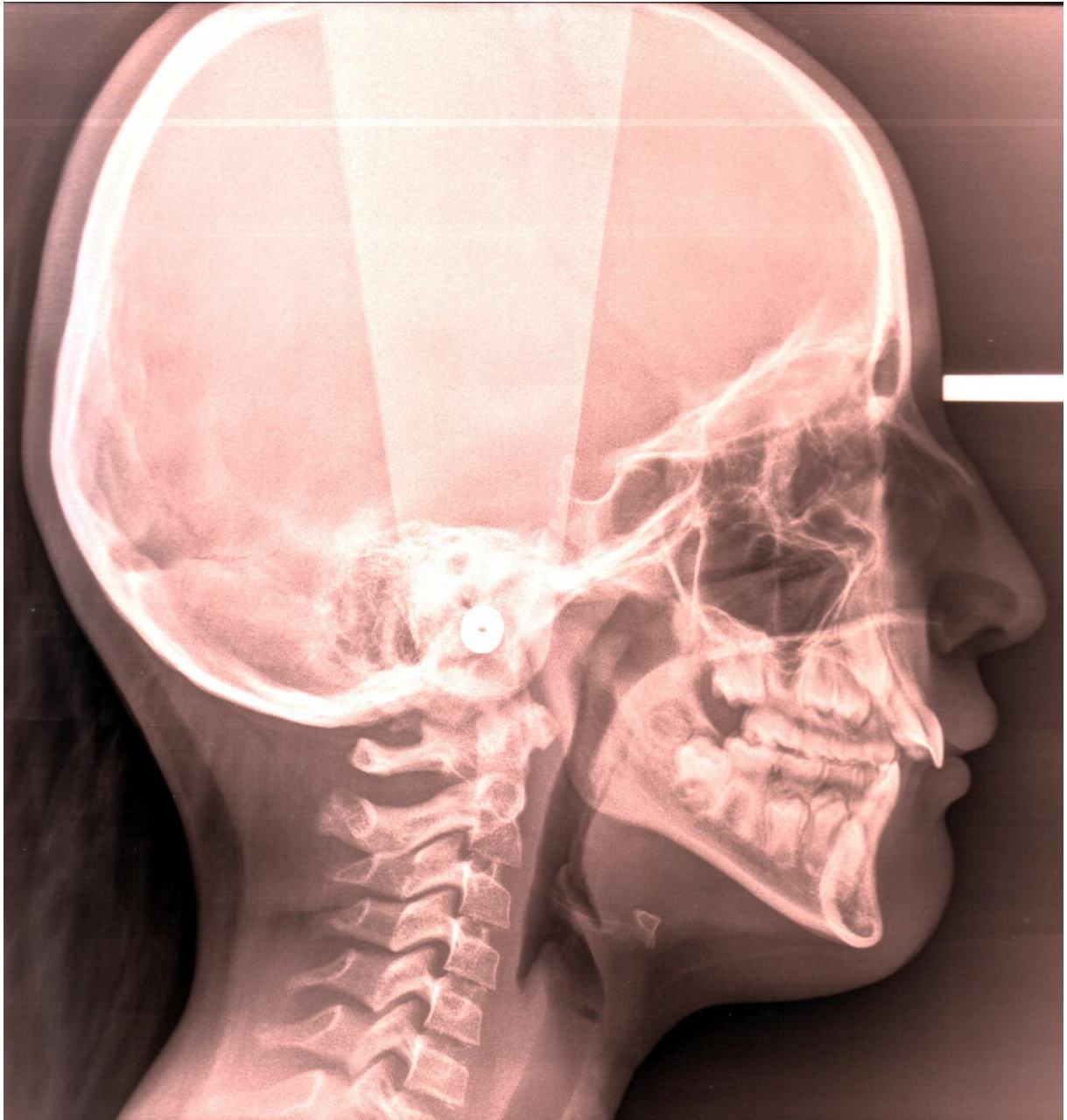
65 — 65

33 — 33



XXX

Examen radiographique de profil



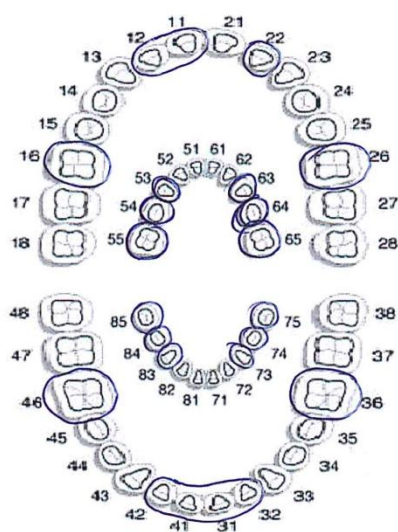
ANNEXE 26 : Bilan orthophonique initial de Marie

Réalisé le 19/11/2012

BILAN DEGLUTITION ATYPIQUE

Examen clinique

Schéma dentaire



Respiration et position de repos :

Position de repos (bouche ouverte, mandibule, crispations, tics, langue interposée) :

bouche ouverte
langue interposée

Respiration :

- ☒ buccale
- ☐ nasale
- ☐ mixte

(diurne + nocturne)

Succion :

Nombre de graduations en 3 minutes : 5

☐ bavage

besoin de respirer par
la bouche plusieurs fois

Mastication :

☐ unilatérale

☒ alternée même si préférentiellement à droite.

Déglutition :

☐ normale

☒ interposition linguale : ☐ antérieure

☐ latérale

☒ totale (sur tout le pourtour antéro-latéral)

☐ appui rétro-incisif : ☐ supérieur

☐ inférieur

☐ contre les deux arcades

☐ contraction des masseters

☒ contraction labiale + + +

Articulation :

interposition
linguale

sigmatisme
interdental

p	f	t	s	ʃ	k
b	v	d	z	ʒ	g
m		n		ɲ	
		l		j	
		ʀ			

- : mauvais point d'articulation + déformation audible

- : mauvais point d'articulation mais déformation inaudible

- : articulation correcte

Les éléments musculaires (praxies et tonicité) :

- joues et lèvres ☐ gonfler les joues
 ☐ garder l'air dans les joues malgré un appui
 ☐ résister à un guide-langue placé entre la joue et les arcades
 ☐ résister à un guide-langue placé entre les lèvres
- langue ☒ la tirer sans contact labial
 ☒ toucher la lèvre supérieure puis inférieure
 ☒ toucher les commissures labiales
 ☐ toucher les papilles palatines, y rester quelques secondes
 ☐ la coller au palais, frein étiré
 ☐ la faire claquer, frein étiré
- masséters ☐ contraction (serrer les dents)

Syncinésies : mâchoire / tête

Latéralité :

Œil :	☐ droit	☒ gauche
Main :	☒ droite	☐ gauche
Oreille :	☒ droite	☐ gauche
Pied :	☐ droit	☒ gauche

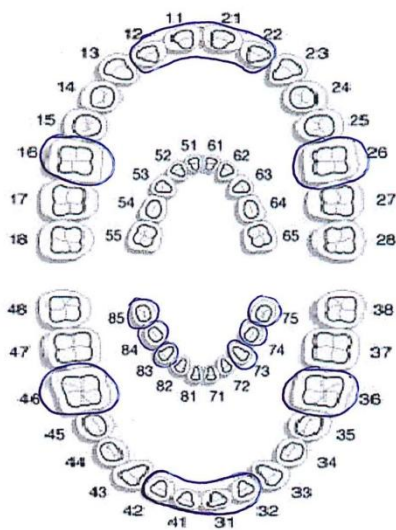
ANNEXE 27 : Bilan orthophonique d'évolution de Marie

Réalisé le 27/05/2013

BILAN DEGLUTITION ATYPIQUE

Examen clinique

Schéma dentaire



Respiration et position de repos :

Position de repos (bouche ouverte, mandibule, crispations, tics, langue interposée) :

*bouche fermée la plupart du temps
plus d'interposition linguale*

Respiration :

- ☐ buccale
- ☒ nasale
- ☐ mixte

Succion :

Nombre de graduations en 3 minutes : 8

☐ bavage

Mastication :

☐ unilatérale

☒ alternée

Déglutition :

☐ normale à 2 reprises

☐ interposition linguale : ☐ antérieure

☐ latérale

☐ totale (sur tout le pourtour antéro-latéral)

☒ appui rétro-incisif : ☒ supérieur

☐ inférieur

☐ contre les deux arcades

☐ contraction des masseters

☒ contraction labiale

Articulation :

p	f	t	s	ʃ	k
b	v	d	z	ʒ	g
m		n		ɲ	
		l		j	
		ʀ			

appui
rétro-incisif

léger
sigmatisme
interdental

- : mauvais point d'articulation + déformation audible

- : mauvais point d'articulation mais déformation inaudible

- : articulation correcte

Les éléments musculaires (praxies et tonicité) :

- joues et lèvres ☒ gonfler les joues
 ☒ garder l'air dans les joues malgré un appui (*fuite postérieure si trop fort*)
 ☒ résister à un guide-langue placé entre la joue et les arcades
 ☒ résister à un guide-langue placé entre les lèvres
- langue ☒ la tirer sans contact labial
 ☒ toucher la lèvre supérieure puis inférieure
 ☒ toucher les commissures labiales
 ☒ toucher les papilles palatines, y rester quelques secondes
 ☒ la coller au palais, frein étiré
 ☒ la faire claquer, frein étiré
- masséters ☒ contraction (serrer les dents)

Syncinésies :

Latéralité :

- | | | |
|-----------|--|---------------------------------|
| Œil : | ☒ droit | ☐ gauche |
| Main : | ☒ droite | ☐ gauche |
| Oreille : | ☒ droite | ☐ gauche |
| Pied : | ☒ droit | ☐ gauche |

ANNEXE 28 : Evolution posturale de Marie

19 novembre 2012



27 mai 2013



ANNEXE 29 : Bilan orthodontique Marie

Photos

Avant



Après

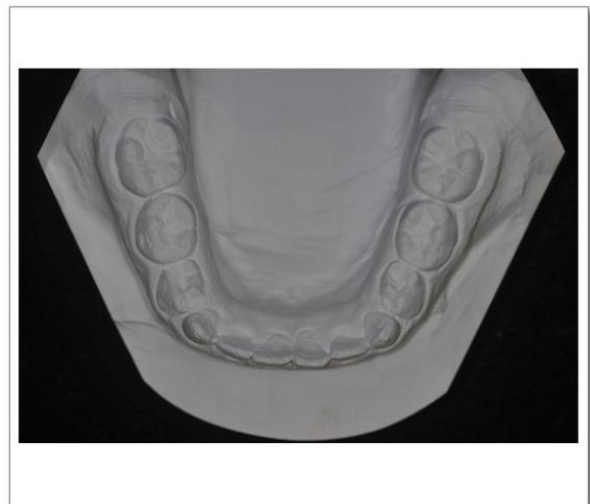
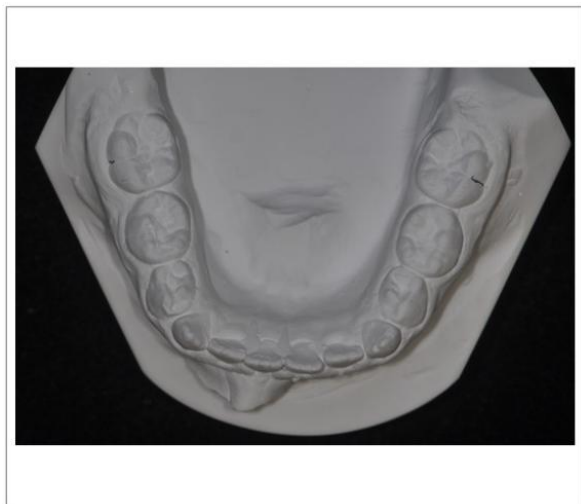


Moulages

Avant

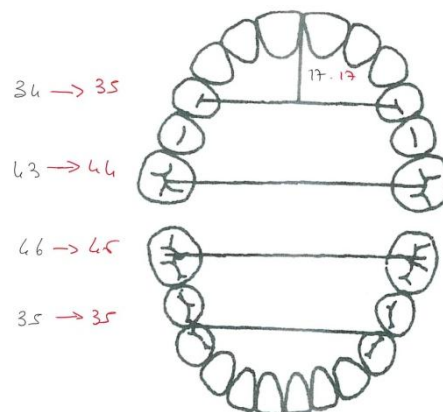


Après



Analyse de Korkhaus

Avant - **Après**



Examen radiographique de profil

