



Département d'Orthophonie  
Gabriel DECROIX

## MEMOIRE

En vue de l'obtention du  
Certificat de Capacité d'Orthophoniste  
présenté par  
**Lise Stenger**

soutenu publiquement le 1er juin 2021

# **Caractéristiques masticatoires chez des patients atteints de malformation congénitale du cervelet : étude auprès d'une population de 38 patients**

MEMOIRE dirigé par

**Alix Debavelaere**, orthophoniste, 2M2C, Lille

**Loïc Gamot**, orthophoniste, CRDTA, Lille

Lille – 2021

## **Remerciements**

Merci à mes maîtres de mémoire, Alix Debavelaere et Loïc Gamot, pour leurs nombreux conseils et remarques tant théoriques que rédactionnels qui m'ont guidée et permis de réaliser ce mémoire. Merci à Mme Debavelaere pour le partage de ses connaissances théoriques et cliniques lors de cette année et demi de stage.

Merci au 2M2C de Lille et à toute son équipe pour l'aide apportée dans la récolte de données et pour le partage de savoirs neuropsychologiques, ergothérapeutiques et médicaux.

Merci à Mme Hennion pour le soutien dans le traitement statistique des données de la cohorte de patients.

Merci à tous les patients du 2M2C de Lille qui ont autorisé l'utilisation de leurs données médicales et paramédicales dans ce mémoire. Merci aussi pour tous ces bilans réalisés en leur présence qui m'ont permis d'affiner sans cesse ma pratique clinique orthophonique.

Merci à ma famille et mes amies pour m'avoir accompagnée durant ces 5 années d'étude. Et enfin, merci à mon compagnon pour m'avoir épaulée depuis ces 2 dernières années.

**Résumé :**

Le cervelet a un rôle dans la régulation motrice, cognitive et comportementale. Les troubles cérébelleux ont donc un impact sur la motricité fine et globale mais leur impact sur la mastication est peu étudié. Ce mémoire s'intéresse à l'analyse de la mastication chez 38 patients pédiatriques (de 3 ans 2 à 16 ans 5) atteints de malformation congénitale du cervelet.

L'expérimentation est conduite sur des patients vus en bilan pluridisciplinaire au centre de référence des Malformations et Maladies Congénitales du Cervelet de Lille. Nous analysons ici des variables démographiques, oro-myo-faciales et masticatoires ainsi que les scores au Test Of Masticating And Swallowing Solids.

Nos résultats ont montré la présence de troubles masticatoires en cas de malformations congénitales du cervelet (n = 24, soit 63%) avec des déficits observés en clinique et au TOMASS (entre 50 et 61% des patients concernés selon les variables). De plus, un cercle vicieux entre mastication présente mais immature, déglutition dysfonctionnelle et présence de dysmorphose est statistiquement objectivé. Un suivi pluridisciplinaire précoce est donc primordial pour normaliser le lien entre fonctions et organes.

Ce mémoire met en évidence les troubles masticatoires dans un contexte de malformation congénitale du cervelet et la relation tri-directionnelle entre mastication, déglutition et dysmorphose. La sensibilisation du corps médical et paramédical est nécessaire pour permettre une évaluation oro-myo-fonctionnelle pluridisciplinaire précoce. Cependant la littérature scientifique étant peu proluxe sur ce sujet, il serait bénéfique de réaliser une étude à plus grande échelle pour vérifier les résultats obtenus ici.

**Mots-clés :** Enfant, troubles cérébelleux, mastication, évaluation, TOMASS.

**Abstract :**

The cerebellum has a role in motor, cognitive and behavioral regulation. Cerebellar disorders therefore have an impact on fine and gross motor skills but their impact on mastication is understudied. This dissertation focuses on the study of mastication in 38 pediatric patients (from 3 years 2 to 16 years 5) with congenital malformation of the cerebellum.

The experiment is conducted on patients evaluated in a multidisciplinary assessment at the reference center for congenital malformations and diseases of the cerebellum in Lille. We analyze here demographic, oro-my-facial and masticatory variables as well as the scores of the Test Of Masticating And Swallowing Solids.

Our results showed the presence of masticatory disorders in cases of congenital malformations of the cerebellum (n = 24, i.e. 63%) with deficits observed in the clinic as well as in the TOMASS (between 50 and 61% of the patients concerned according to the variables). Moreover, a vicious circle between present but immature mastication, dysfunctional swallowing and presence of dysmorphism is statistically objectified. An early multidisciplinary care is therefore essential to normalize the link between functions and organs.

This dissertation highlights the masticatory disorders in a context of congenital malformation of the cerebellum and the tri-directional relationship between mastication, swallowing and dysmorphism. The awareness of the medical and paramedical profession is necessary to allow an early multidisciplinary oro-myo-functional evaluation. However, as the scientific literature is not very extensive on this subject, it would be beneficial to carry out a larger-scale study to verify the results obtained here.

**Keywords :** Children, cerebellar disorder, chewing, evaluation, TOMASS.

# Table des matières

Introduction.....	6
Contexte théorique, buts et objectifs.....	6
Contexte théorique.....	6
I. Définition de la mastication.....	6
II. Développement de la mastication.....	7
A. Etapes d'acquisition de la mastication.....	7
B. La fonction modèle l'organe.....	8
C. Interaction du développement de la mastication et de la phonation : la théorie des effecteurs communs.....	9
III. Contrôle neurologique de la mastication.....	10
IV. Muscles de la mastication.....	11
V. Mastication et handicap moteur.....	12
A. Définition du handicap moteur.....	12
B. Mastication dans le handicap moteur : focus sur les paralysies cérébrales.....	12
VI. Mastication et malformation congénitale du cervelet.....	13
A. Anatomie du cervelet.....	13
B. Rôle du cervelet.....	14
C. Rôle du cervelet dans la mastication.....	15
VII. Evaluation de la mastication.....	16
Buts et objectifs.....	18
Méthode.....	18
I. Population de l'étude.....	18
II. Variables quantitatives et qualitatives étudiées.....	19
III. Matériel et procédures.....	20
IV. Analyses de données.....	20
Résultats.....	21
I. Caractérisation oro-myo-faciale et masticatoire des patients.....	21
II. Performance des patients de la cohorte au TOMASS.....	22
III. Association entre les performances au TOMASS, le déficit clinique, les variables démographiques, oro-myo-faciales et masticatoires.....	26
Discussion.....	28
I. Interprétation des résultats selon les hypothèses.....	28
A. Capacités masticatoires des patients de la cohorte.....	28
B. La fonction modèle l'organe : l'importance des dysmorphoses.....	29
II. Apports dans la pratique clinique.....	30

<b>III. Apports et limites</b> .....	30
<b>A. Apports de cette recherche</b> .....	30
<b>B. Limites de cette recherche</b> .....	31
<b>Conclusion</b> .....	32
<b>Bibliographie</b> .....	33

# Introduction

Grâce aux nombreuses études scientifiques, le cervelet est une structure anatomique maintenant connue pour son implication motrice, cognitive et émotionnelle (Berthel-Tâtray, 2017). L'implication motrice du cervelet est largement étudiée, la littérature scientifique sur les troubles moteurs dus à une atteinte cérébelleuse étant nombreuse (Roux, 2016) (Mignot, et al., 2013). Cependant, le rôle du cervelet dans la mastication, activité motrice qui requiert une coordination de mouvements moteurs complexes (Royannez, 2018), est peu décrit scientifiquement. Pourtant, la clinique orthophonique (notamment à travers les consultations au centre de référence des Malformations et Maladies Congénitales du Cervelet/2M2C) met souvent en évidence une mastication moins efficace dans le cadre d'une malformation congénitale du cervelet. Ces troubles masticatoires dans un contexte de malformation congénitale du cervelet ne sont pas aujourd'hui explicités dans des recherches scientifiques. Peut-on établir des corrélations entre les caractéristiques masticatoires observées en bilan orthophonique et les troubles cérébelleux dans le cadre de malformations congénitales du cervelet ?

L'étude des connaissances actuelles issues de la littérature fait émerger le peu de ressources décrivant les troubles masticatoires dans un contexte de malformations congénitales du cervelet. L'évaluation de la mastication dans cette étiologie semble donc importante à mener. Ce mémoire vise à analyser les résultats du Test Of Masticating And Swallowing Solids, effectué (lors d'un bilan orthophonique au 2M2C de Lille) par des enfants et adolescents atteints de malformation congénitale du cervelet. Cette description statistique des scores au TOMASS va objectiver la présence de troubles masticatoires dans la cohorte. De surcroît, l'analyse des éléments qualitatifs (vidéos, photos et dossier d'évaluation pluridisciplinaire des patients) permettra de typer les caractéristiques oro-myo-fonctionnelles (respiration, déglutition, alimentation etc.) et masticatoires présentes dans le contexte développemental global des patients.

## Contexte théorique, buts et objectifs

### Contexte théorique

#### I. Définition de la mastication

La mastication est l'action de broyer les aliments solides dans la bouche grâce à l'utilisation des dents et des muscles masticateurs (Brin-Henry, Courrier, Lerderlé, & Masy, 2011). C'est aussi la première étape dans le processus de digestion : elle permet une dégradation mécanique des aliments, ce qui facilite par la suite l'insalivation et l'action des enzymes (Marquezin et al, 2013). La mastication a donc pour rôle principal de transformer l'aliment en bol alimentaire correct pour la déglutition à travers une activité mécanique, chimique et enzymatique (Peyron & Woda, 2006).

La mastication dépend de l'appareil manducateur, c'est-à-dire des arcades dentaires, de la mandibule, du maxillaire, de la langue et du palais. Les muscles et l'Articulation Temporo-Mandibulaire (ATM) permettent de mettre en mouvement cet appareil manducateur. La mastication est une activité motrice qui se réalise de façon unilatérale alternée, avec la plupart du temps, un côté masticateur préféré. Ainsi, Lors de l'étude de la mastication, Les mouvements droits et gauches doivent être analysés séparément (Royannez, 2018).

Les séquences masticatoires sont de prime abord influencées et modifiées lors du transport de l'aliment vers la bouche selon les différents stimuli externes, notamment avec l'olfaction (Royannez, 2018).

Une fois le bol alimentaire en bouche, la mastication est composée de 3 séries de séquences masticatoires qui varient selon l'aliment et l'individu (Gaspard, M., cité par Royannez 2018.)

Tout d'abord, la série préparatoire est la première étape de transport des aliments. Elle permet la section de l'aliment pour qu'il puisse s'introduire dans la cavité buccale et être ensuite rassemblé et fractionné sous les molaires. La langue guide l'ensemble de ce processus.

Ensuite, la phase de réduction poursuit le processus grâce à une mastication rythmique. Des cycles masticateurs fractionnent la nourriture et modifient le bol alimentaire. Chaque cycle masticateur commence avec une phase d'ouverture où la mandibule se déplace du côté travaillant (utilisé préférentiellement lors de la mastication), rapidement suivie d'une phase de fermeture (Salvador-Planas, 2001). Le nombre de cycles masticateurs, la fréquence de mastication, les vitesses d'ouvertures et de fermetures de la mandibule et l'amplitude latérale de déplacement de la mandibule dépendent des caractéristiques du sujet masticateur comme l'âge, le genre et l'éducation (Peyron & Woda, 2001). En effet, le temps de mastication est plus long, avec plus de déglutitions et de mouvements de mâchoires nécessaires quand l'âge augmente (Huckabee M.-L. , et al., 2018). Concernant le genre, les hommes prennent moins de bouchées, mastiquent et déglutissent moins que les femmes, ce qui aboutit à une durée globale de mastication plus courte (Huckabee M.-L. , et al., 2018). Le travail musculaire moyen par cycle est lui influencé par les aliments, notamment leur dureté (Peyron & Woda, 2001). Cependant, tous les cycles de mastication produisent à terme un bolus alimentaire certes différent mais d'une consistance constamment similaire qui permet le transport vers l'oropharynx (Mishellany et Peyron, 2005.).

La dernière phase est celle de pré-déglutition, dans laquelle le transport du bolus alimentaire est réalisé grâce à l'action de la langue (abaissement postérieur et élévation antérieure, qui permet le glissement des aliments).

La phase supplémentaire de clairance permet de rassembler à terme les aliments restés dans la cavité buccale (importance de la langue et des joues pour cette phase).

La mastication est donc une activité complexe, composée d'enchaînements d'étapes motrices, qui dépend de structures anatomiques et du bol alimentaire mastiqué. De plus, cette capacité masticatoire se développe continuellement.

## **II. Développement de la mastication**

### **A. Etapes d'acquisition de la mastication**

La mastication est une compétence qui se développe et évolue constamment, du stade utérin jusqu'au vieillissement (Royannez, 2018). Le squelette de l'appareil masticateur (c'est-à-dire les maxillaires supérieurs et inférieurs) est particulièrement changeant et croissant pendant l'enfance et l'adolescence, périodes pendant lesquelles il subit de nombreux remodelages (Limme, 2010).

Au tout début du schéma masticatoire, lors de la phase alimentaire de succion-déglutition (du stade utérin jusqu'à 20 mois de vie), on observe des mouvements d'avant en arrière de la mandibule (Royannez, 2018). Ces mouvements mandibulaires permettent de développer la

croissance de la face et de réduire la rétrognathie physiologique du nourrisson. La succion au sein lors des premiers mois de vie développe considérablement la mandibule grâce à un mouvement antéro-postérieur régulier et répété, plus ample et plus fort que les mouvements antéro-postérieurs présents à la succion de la tétine. (Salvador-Planas, 2001).

A partir de 5 mois, le mâchonnement unilatéral alterné se met en place, grâce à la diversification, à l'éruption des premières dents temporaires et au réflexe de préhension-morsure (Gaspard, M. cité par Royannez, 2018). Vers 6 mois, l'oralité succionnelle évolue vers une oralité capture à la faveur de l'apparition des dents temporaires et des modifications ainsi apportées à l'articulé dentaire (mise en rapport des dents voisines et antagonistes). Une nouvelle stratégie motrice se met en place, avec un nouvel enchaînement praxique à apprendre et coordonner (Chaffai, 2003). En effet, les mouvements de sucking (mouvements mandibulaires et linguaux haut/bas) arrivent en parallèle au redressement, à la tenue assise et à la tenue de tête, ce qui permet un mouvement mandibulaire vertical accru. Les premiers vrais mouvements de mastication apparaissent à partir d'un an et demi, en même temps que l'éruption des premières molaires temporaires (de 13 à 33 mois) puis des canines (de 16 à 23 mois). L'occlusion avec une intercuspitation maximale entre les dents du maxillaire et de la mandibule apparaît dès l'apparition des premières dents, avec un alignement des points inter-incisifs médians, supérieurs et inférieurs.

Ce n'est qu'entre 6 et 8 ans que la mastication devient adulte (Chaffai, 2003) : la langue devient plus mobile et est en capacité de se latéraliser, ce qui permet un meilleur placement de l'aliment lors de la mastication. Enfin, à partir de 6 ans jusqu'à la fin de l'adolescence, la dentition lactéale devient définitive (passant de 20 dents de lait à 32 dents définitives). De plus, les dents définitives étant plus grandes, elles induisent une croissance des arcades dentaires (Limme, 2010).

Ainsi, le développement de la mastication dépend de plusieurs facteurs, notamment la morphologie et les fonctions oro-myo-faciales (respiration, déglutition, phonation, articulation, mobilité et expressivité faciale). Selon les types constitutionnels et morphologiques, la musculature masticatoire et les cycles masticatoires peuvent ainsi être plus ou moins faibles (Limme, 2010). Par exemple, la dysmorphie faciale, l'hypotonie musculaire et l'hyperlaxité ligamentaire chez les personnes atteintes de trisomie 21 provoquent un dérèglement musculaire oro-myo-facial qui entrave le développement anatomique et fonctionnel, entraînant troubles de succion, mastication, déglutition et ventilation (Chaffai, 2003).

En parallèle, la mastication entraîne directement des changements anatomiques, tant au niveau de la mandibule que de l'éruption dentaire. Ces changements anatomiques permettent eux-mêmes d'améliorer les capacités masticatoires (Marquezin et al, 2013). La mastication fait donc partie d'un cercle vertueux, où la mastication améliore les capacités de mastication.

## **B. La fonction modèle l'organe**

L'allaitement physiologique (c'est-à-dire au sein) nécessite une propulsion mandibulaire qui induit la croissance des cartilages condyliens et l'allongement de la mandibule. Ce travail de la musculature buccale (muscles masticateurs, linguaux, des lèvres et des joues) prévient donc le risque de malpositions dentaires et de malocclusions (Limme, 2010). Vers 6 mois, quand les incisives temporaires apparaissent, les mouvements de préhension-morsure commencent avec une propulsion antérieure de la mandibule et conduisent à la croissance antérieure de la mandibule et du maxillaire. Vers 1 an et demi, les premiers mouvements de



mastication aboutissent à des cycles masticateurs structurés, même si l'enfant n'a qu'une denture lactéale. Les mouvements masticatoires unilatéraux alternés stimulent un côté à la fois et créent une fonction symétrique, permettant un développement symétrique de l'appareil masticateur. Une mastication efficace et puissante entraînera donc une croissance harmonieuse des arcades dentaires.

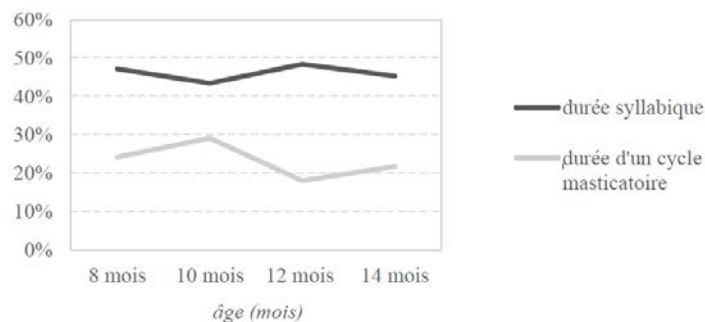
L'aspect anatomique dentofacial dépend de deux éléments : l'aspect morphologique congénital et certaines fonctions (succion, déglutition, mastication et ventilation). L'effet des troubles fonctionnels, posturaux et praxiques est démontré (Limme, 2010) : en cas de para-fonctions (déglutition dysfonctionnelle, ventilation buccale, succion du pouce ou de tétines), on observe des anomalies morphologiques secondaires. La fonction masticatoire modèle l'organe (formation et changement des maxillaires, dents et arcades dentaires) ce qui coïncide avec le processus d'ossification endochondrale physiologique (processus de croissance secondaire qui s'adapte aux sollicitations de l'environnement).

Néanmoins, les structures anatomiques utilisées dans la mastication jouent un rôle prépondérant dans d'autres activités motrices.

### C. Interaction du développement de la mastication et de la phonation : la théorie des effecteurs communs

La théorie des effecteurs communs décrit l'utilisation de groupes musculaires communs pour les fonctions oro-myo-faciales, c'est-à-dire la ventilation, la déglutition, la mastication et la phonation (Borel-Maisonny, 2004).

De fait, la parole et l'alimentation partagent des zones anatomiques communes (langue, bouche, mandibule etc.). De plus, la mastication et la parole sont deux activités motrices acquises qui se développent lors de la première année de vie et qui dépendent toutes deux d'oscillations rythmiques mandibulaires, en ouverture et en fermeture (Lemarchand, MacLeod, Canault, & Kern, 2018). Cette activité mandibulaire permettrait le passage d'une oralité alimentaire primaire (uniquement lactée) à une oralité alimentaire secondaire (diversification) ainsi que l'émergence des premières syllabes et du babillage (Macneilage, 1998). Les patrons temporels mandibulaires évoluent à partir de 6 à 7 mois de vie, pour la mastication comme pour la parole. Les mouvements rythmiques oscillatoires en général (dont ceux mandibulaires) sont régis par le tronc cérébral qui est le générateur central de patterns de mouvements (Lemarchand, MacLeod, Canault, & Kern, 2018). Ces patterns de mouvements sont impliqués directement dans la mastication et la parole et sont modulés par les afférences sensorielles reçues.



*Figure N°1 : comparaison de l'évolution des coefficients de variation de la durée syllabique moyenne et de la durée moyenne d'un cycle masticatoire selon l'âge (Lemarchand, MacLeod, Canault, & Kern, 2018)*

Les cycles oscillatoires mandibulaires changent entre 8 et 14 mois (cf figure N°1), ce qui témoigne d'un contrôle moteur affiné et de capacités oro-motrices améliorées. La période des 10 mois est par ailleurs une période de réorganisation motrice majeure, notamment pour la mastication car les mouvements deviennent uniquement masticatoires et non plus une alternance de succion et mastication.

La mastication est donc une activité motrice, en lien notamment avec la parole, qui se développe continuellement avec l'âge et qui influence l'aspect anatomique dentofacial. Maintenant, il paraît important de préciser le réseau neurologique qui sous-tend la mastication.

### **III. Contrôle neurologique de la mastication**

Le circuit neuronal de la mastication dépend de nombreuses structures anatomiques cérébrales. Tout d'abord le tronc cérébral reçoit des informations sur la consistance, la taille et la constitution du bol alimentaire via les nerfs crâniens (notamment le V, le VII et le XII). Une fois ces informations décodées, le cortex sensori-moteur programme une réponse motrice adaptée transmise jusqu'aux muscles et organes effecteurs, tels que la langue et la mandibule (Collège des Enseignants de Neurologie, s.d.)

En parallèle, le cervelet reçoit les différentes informations du tronc cérébral, les coordonne et déclenche un pattern de mouvements masticatoires rythmiques (Lin C.-S. , Wu, Wu, & Ko, 2016). Ces mouvements masticatoires rythmiques dépendent des informations reçues de la part du cortex sensori-moteur.

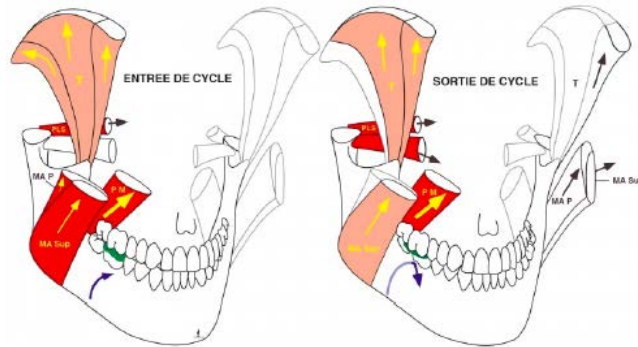
La neuro-imagerie permet aujourd'hui de mieux comprendre le fonctionnement neurologique de la mastication. En effet, la mastication est liée majoritairement à l'activité cérébrale dans le cortex moteur et dans le cervelet (Lin C.-S. , Wu, Wu, & Ko, 2016). Le cortex moteur et le cervelet sont typiquement liés dans la modulation commune du contrôle moteur global, ce qui comprend bien sûr la mastication. Plus spécifiquement, le cortex moteur permet d'initier le programme moteur de la mastication et le cervelet permet de contrôler et d'apprendre les mouvements nécessaires à la mastication (Lin C.-S. , Wu, Wu, & Ko, 2016). Ainsi, si le volume de matière grise et/ou la connexion entre le cortex moteur et le cervelet venaient à être modifiés, la performance masticatoire serait endommagée. Le cortex pré-moteur joue un rôle plus précis dans la sélection et la planification des mouvements masticatoires ainsi que dans le transfert des informations masticatoires entre le cortex moteur primaire (qui initie et maintient tout mouvement volontaire) et le cortex préfrontal (Lin C.-S. , Wu, Wu, & Ko, 2016). Il permet de gérer la polymodalité de la mastication (intégration des afférences visuelles, tactiles et vestibulaires). En effet, la mastication n'est possible que si les connexions cérébrales s'organisent selon toutes les afférences et sensations reçues.

A présent, les muscles qui exécutent les informations efférentes de ce réseau neuronal de la mastication vont être présentés.

## IV. Muscles de la mastication

La mastication demande une activation motrice coordonnée des muscles masticateurs. Cette coordination se met en place grâce à des influx sensoriels et à un contrôle neurologique (Royannez, 2018).

Les muscles de la mastication (cf figure N°2) sont (Le Gall, s.d.) :



*Figure N°2 : les muscles impliqués dans la mastication (Le Gall, s.d.)*

- les muscles élévateurs de la mandibule, c'est-à-dire le ptérygoïdien médial, temporal et le muscle masséter. Ils permettent la formation du bol alimentaire. Ils sont particulièrement actifs pendant la réduction mécanique des aliments et la phase finale de pré-déglutition.
- les muscles ptérygoïdiens latéraux, avec plusieurs faisceaux, sollicités chacun différemment lors de la mastication.
- Les muscles sus-hyoïdiens abaisseurs de la mandibule, qui coordonnent leur action avec les muscles pro-tracteurs de la langue.
- Les muscles de la langue. La langue (innervée par le nerf XII), en constante activité, amène les aliments sous les molaires pour leur broyage, structure et propulse le bol alimentaire final. Sa fonction sensorielle permet une appréciation des aliments pour leur saveur et leur goût (Peyron & Woda, 2006).
- Les muscles faciaux, les buccinateurs et l'orbiculaire de la bouche qui travaillent de concert avec la langue lors du broyage des aliments.

Enfin, l'action musculaire masticatoire se divise en deux phases (Lauret & Le Gall, 1994). Tout d'abord, une phase préparatoire avec des mouvements mandibulaires (régulés par les sensations intra-buccales et celles de l'articulation temporo-mandibulaire). Ensuite, une phase dentaire de trituration (régulée par l'action dentaire), où une grande force musculaire est appliquée.

Les muscles jouant un rôle prépondérant dans la mastication, on peut donc inférer qu'une atteinte musculaire met en péril les capacités masticatoires.

## **V. Mastication et handicap moteur**

### **A. Définition du handicap moteur**

Le handicap se définit comme toute limitation d'activité et de participation sociale pour cause d'un trouble physique, sensoriel, mental, cognitif ou psychique durable ou définitif (Chabrol, Halbert, Milh, & Mancini, 2009). Le handicap moteur est présent isolément ou associé à d'autres handicaps comme dans le polyhandicap (association de déficience motrice et intellectuelle sévères ou profondes). Les capacités motrices peuvent ainsi être atteintes lors de la mise en mouvement et le maintien d'un tonus musculaire. Elles sont évaluées par l'échelle Gross Motor Function Motor Classification System (Mensch, et al., 2019).

Les capacités motrices jouant un rôle primordial dans l'indépendance quotidienne, le handicap moteur crée donc une dépendance technique et humaine quotidienne (Mensch, et al., 2019).

### **B. Mastication dans le handicap moteur : focus sur les paralysies cérébrales**

La paralysie cérébrale est un handicap moteur complexe, c'est-à-dire une atteinte motrice développementale associée à une atteinte sensorielle, de la communication, de la cognition et/ou une épilepsie active (Glasper & Richardson, 2006). De plus, des troubles musculo-squelettiques ainsi que comportementaux sont décrits dans la littérature (Sellers, Mandy, Pennington, Hankins, & Morris, 2013). L'atteinte musculaire comprend une perte du contrôle moteur, un tonus musculaire anormal et une mauvaise coordination. La paralysie cérébrale est due à un trouble des neuro-moteurs, à la suite d'une atteinte cérébrale prénatale, périnatale ou postnatale (Matsui, et al., 2017). C'est un continuum d'une atteinte plutôt légère jusqu'à une atteinte sévère (pas de marche, pas d'usage des mains, des bras et déficience intellectuelle).

Le niveau de handicap est important avec de nombreuses limitations (OMS, 2001). Ainsi, une certaine techno-dépendance (ventilation artificielle, alimentation per os complétée ou remplacée par une alimentation artificielle) et/ou une dépendance humaine (soins médicaux, paramédicaux, accompagnement humain quotidien etc.) peuvent être présentes (Glasper & Richardson, 2006).

La mastication, la parole et la déglutition sont donc atteintes de manière générale (Matsui, et al., 2017). Les troubles moteurs dans la paralysie cérébrale limitent ainsi les capacités orales nécessaires (atteinte de la langue, des lèvres et/ou des joues) pour amener la nourriture et boisson vers la bouche et/ou pour la déglutition. Les troubles commencent dès la phase orale, avec une ouverture de bouche qui diminue concomitamment à l'augmentation de la sévérité de la paralysie cérébrale (Matsui, et al., 2017). Une majoration des troubles respiratoires est présente, due aux fausses routes liquides et/ou solides (Sellers, Mandy, Pennington, Hankins, & Morris, 2013).

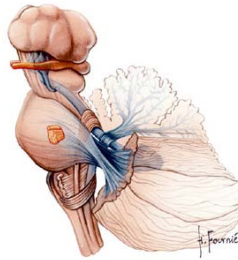
Ainsi, les troubles posturaux et de contrôle des mouvements dans la paralysie cérébrale créent des troubles alimentaires définis par vomissements, trouble de la mastication, durée des repas importante et fausses routes (Serel Arslan, Demir, & Karaduman, 2017). Il semblerait que la sévérité des troubles alimentaires soit liée à la sévérité du trouble moteur (Sellers, Mandy, Pennington, Hankins, & Morris, 2013). La conséquence de ce trouble de la mastication est grande avec des statuts nutritionnels insuffisants, des troubles de la croissance, de la santé générale et de la qualité de vie (Serel Arslan, Demir, & Karaduman, 2017). Lors de la

mastication, les cycles masticatoires sont irréguliers : les mouvements de mâchoires asymétriques sont dus à une activité musculaire dysfonctionnelle (notamment des muscles temporal et masséter). Cette activité musculaire asymétrique s'explique par les changements fréquents dans le tonus, la posture (en hyper-extension) et les mouvements des joues, lèvres et mâchoires (Schmidt, Brieseneister, & Kittel Ries, 2014). La mastication est donc dysfonctionnelle de par le manque de contrôle de la mâchoire et de la tête.

Les troubles masticatoires causés par un handicap moteur font ainsi l'objet d'une littérature scientifique prolifique. Analysons maintenant les données scientifiques sur les troubles masticatoires dans le cadre d'une malformation congénitale du cervelet.

## **VI. Mastication et malformation congénitale du cervelet**

### **A. Anatomie du cervelet**



*Figure N°3 : Dessin du tronc cérébral et du cervelet (CHUPS Jussieu, s.d.)*

Le cervelet, appelé aussi « petit cerveau » (cf figure N°3), est situé en arrière du tronc cérébral, dans la fosse postérieure (CHUPS Jussieu, s.d.). Il se compose de substance blanche et de substance grise. Sa substance grise à la surface forme le cortex cérébelleux, creusé de nombreux sillons. Le cortex cérébelleux se compose du vermis cérébelleux, de la région paravermienne et des hémisphères cérébelleux (qui régulent la motricité). Sa substance grise forme en profondeur les noyaux cérébelleux (noyaux fastigial, interposé antérieur, interposé postérieur et noyau dentelé). 3 faces sont distinguées : la face antérieure, la face supérieure et la face inférieure. Il se divise aussi en 3 parties : l'archécérébellum (régulateur de l'équilibre), le palécérébellum (régulateur de la posture) et le néocérébellum (régulateur des mouvements musculaires volontaires). Le cervelet assure son rôle de régulateur neurologique grâce aux informations reçues du tronc cérébral, du cerveau et de la moelle épinière (Outrequin & Boutillier, s.d.).

La maturation du cervelet est post-natale : ainsi une perturbation tant anatomique que fonctionnelle fragilise cet organe et toutes les fonctions auxquelles il participe à tout moment du développement (Roux, 2016).



Les troubles moteurs ont été largement décrits avec la présence de plusieurs symptômes (Roux, 2016) (Mignot, et al., 2013) :

- de difficultés d'exécution de gestes fins et précis ;
- d'une asynergie (mauvaise coordination motrice avec des mouvements décomposés) ;
- d'une dysmétrie (trouble spatio-temporel lors de l'exécution motrice) ;
- d'une mauvaise répartition du tonus ;
- d'une dystonie (position atypique due aux contractions involontaires des muscles) et d'une myoclonie (secousses musculaires rapides et brutales) ;
- d'une dyschronométrie (retard à la mise en route et à l'arrêt des mouvements) ;
- d'une adiadococinésie (incapacité à réaliser des mouvements associés rapides) ;
- de tremblements.

Tous ces symptômes moteurs sont plus ou moins présents chez les patients et se regroupent sous un terme : l'ataxie cérébelleuse (Roux, 2016). Cette ataxie peut être congénitale ou acquise, l'ataxie cérébelleuse congénitale étant rare et le plus souvent repérée par une hypotonie natale (Coutelier, et al., 2015). Elle peut aussi être évolutive ou fixe (Mignot, et al., 2013). L'ataxie cérébelleuse peut s'intégrer dans un groupe symptomatologique plus large comme des dystonies, des troubles psychiatriques ou l'autisme (Roux, 2016). L'épilepsie (crises comitiales tonico-cloniques générales ou partielles) et/ou des troubles pyramidaux sont souvent associés à l'ataxie cérébelleuse (Coutelier, et al., 2015). Enfin, les troubles moteurs sont principalement présents lors d'une atteinte de l'hémisphère droit du cervelet (Lagarde , Hantkie, Hajjioui, & Yelnik, 2009).

Les symptômes cognitifs, comportementaux et émotionnels sont aujourd'hui décrits et rassemblés sous le nom de « syndrome cognitivo-affectif du cervelet » (Sellal, 2017). On observe des symptômes linguistiques (notamment un agrammatisme), dysarthriques, exécutifs, cognitifs (performance intellectuelle et troubles mnésiques), visuo-spatiaux ou affectifs (désinhibition, apathie, irritabilité, dépression, anxiété etc.) (Lagarde , Hantkie, Hajjioui, & Yelnik, 2009).

Les rôles cognitif, moteur et émotionnel du cervelet étant largement décrits dans la littérature scientifique, intéressons-nous maintenant à son rôle dans la mastication.

### **C. Rôle du cervelet dans la mastication**

La mastication est gérée par le système nerveux central (Lin C.-S. , et al., 2017). Une mastication efficace ne dépend donc pas seulement de bonnes conditions orales (état dentaire) mais aussi de capacités cognitives et neuronales préservées, notamment pour celles concentrées dans les deux hémisphères du cervelet, le cortex sensorimoteur et le cortex moteur. Ainsi, une atteinte du circuit cérébelleux conduit à un déficit moteur localisé particulièrement dans l'exécution de gestes fins et précis (Roux, 2016). La mastication étant un mouvement automatique et rythmique fin coordonné, si des troubles cérébelleux existent la mastication (notamment la coordination temps-mouvement, l'adaptation de la force nécessaire et du rythme des cycles de mastication) en sera directement affectée (Quintero, et al., 2013).

Cependant, les troubles de la déglutition sont seulement décrits en cas de troubles cérébelleux (Lagarde , Hantkie, Hajjioui, & Yelnik, 2009). Ainsi, peu de littérature scientifique objective la présence de troubles masticatoires dans un contexte de malformation congénitale du cervelet. Ce qui est décrit aujourd'hui sont les troubles moteurs développementaux et les troubles moteurs oro-myo-faciaux qui retardent l'apparition de la fonction masticatoire (Serel

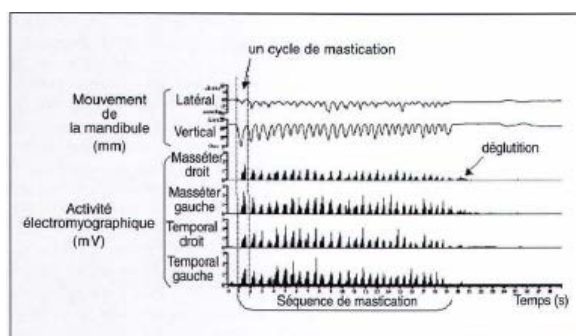
Arslan, Demir, Barak Dolgun , & Karaduman , 2016). Des troubles de la mastication sont fréquemment rencontrés et décrits chez les enfants présentant un trouble neurologique global avec des difficultés lors de la transition vers l'alimentation solide, des repas plus long et plus fréquents et une denture plus tardive et moins nombreuse (Serel Arslan, Demir, Barak Dolgun , & Karaduman , 2016).

De fait, la littérature scientifique concernant l'implication des malformations congénitales du cervelet dans la mastication est peu prolixe. Devant ce manque d'évidences scientifiques, il apparait donc primordial d'évaluer quantitativement et qualitativement la mastication dans cette étiologie précise.

## VII. Evaluation de la mastication

Aujourd'hui, La performance masticatrice peut être évaluée par un enregistrement de l'activité des muscles masticateurs, des mouvements mandibulaires et de la dégradation du bol alimentaire. A travers l'analyse globale de la mastication, de nombreux paramètres sont étudiés (le nombre de cycles, l'activité musculaire et la fréquence de mastication). Une analyse cycle par cycle observe la contraction moyenne d'un muscle ou d'un groupe de muscles, l'amplitude verticale ou latérale, la vitesse et durée d'ouverture, de fermeture et d'occlusion. (Peyron & Woda, 2006)

Tout d'abord, une ElectroMyoGraphie (cf figure N°5) peut être réalisée (Peyron & Woda, 2006). Elle consiste en l'enregistrement de l'activité électrique des muscles (cf figure N°5). Deux manières de procéder existent : soit une EMG unitaire (électrodes-aiguilles plantées dans les muscles), soit une EMG de surface (enregistrement de l'activité musculaire globale non-invasive avec des électrodes, plus pratiquée). La méthode EMG est particulièrement efficace pour évaluer la fonction masticatrice globale et montrer les forces développées pendant l'activité masticatoire.



*Figure N°5 : Exemple d'enregistrements électro-myographiques d'une séquence complète de mastication en fonction du temps des principaux muscles masticateurs (Peyron & Woda, 2006)*

Une cinématique mandibulaire est aussi réalisable. Cette méthode non-invasive permet un enregistrement de la fonction masticatoire par un biais magnétique, optique ou vidéoscopique. Des informations supplémentaires sont accessibles lors de cet examen (comportement du sujet, présence de mimiques faciales etc.).

Une auto-évaluation de la performance masticatrice par questionnaire est possible (Peyron & Woda, 2001). Cependant, l'EMG, la cinématique mandibulaire et l'auto-évaluation sont des techniques qualitatives (car peu normées) et ne sont pas réalisables dans un cabinet d'orthophonie. Un moyen autre d'évaluation pour les orthophonistes est donc nécessaire.



De même, il est primordial de savoir quel aliment permet au mieux de typer la mastication (Peyron & Woda, 2001). Des produits non-alimentaires (comme des élastomères) sont parfois choisis, mais ils ne peuvent être déglutis, cela change donc la mastication des sujets. Les produits naturels sont plus souvent utilisés lors des études tels que des arachides, carottes et grains de café (Lucas, Ow, Ritchie, Chew, & Keng, 1986) (Steiner, Michman, & Litman, 1974). Le fromage est aussi une bonne alternative car grâce à sa diversité de textures, il permet d'analyser en profondeur la mastication. Cependant, ces produits naturels n'ont pas des caractéristiques pures et reproductibles pour permettre une analyse de la mastication fine. Ainsi, des produits gélifiés ont été développés, de taille et forme identiques mais avec une dureté croissante (Peyron & Woda, 2001). Ces produits gélifiés ne sont néanmoins pas facilement disponibles et doivent être fabriqués selon un certain processus chimique complexe. Enfin, pour évaluer la force de morsure, des produits cassants, comme des comprimés, sont utilisés (Peyron & Woda, 2006).

L'évaluation de la mastication diverge selon la population étudiée. La population adulte possède plus d'outils d'évaluation et d'outils diagnostiques, notamment tous ceux vus auparavant. Au contraire, la population pédiatrique est soumise le plus souvent à une observation qualitative qui amène un jugement clinique (Serel Arslan, Demir, Barak Dolgun, & Karaduman, 2016). Le développement d'outils d'évaluation objectifs et normés pour la population pédiatrique est donc nécessaire.

L'échelle de performance masticatoire de Karaduman (Karaduman Chewing Performance Scale) permet de classer la mastication des enfants de 18 mois à 5 ans, de normale à sévèrement atteinte (Serel Arslan, Demir, Barak Dolgun, & Karaduman, 2016). Ainsi, les parents notent de 0 (normales) à 4 (sévèrement atteintes) les capacités masticatoires de leurs enfants (consistance de la nourriture mangée, présence de réflexe nauséux, nombre de repas par jour etc.).

Le test de mastication de 6 minutes (6-min mastication test) est développé pour une population de 5 à 80 ans (Van Den Hengel Hoek, et al., 2017). Ce test demande aux patients de mastiquer continuellement un chewy tube en silicone pendant 6 minutes, tout en étant autorisé à déglutir leur salive. Il objective l'endurance musculaire dans le temps lors de la mastication et donc la fatigabilité et les douleurs. De plus, ce test permet quantitativement d'analyser le nombre de mouvements mandibulaires ainsi que qualitativement le rythme et la magnitude de ces derniers.

Enfin, le Test Of Masticating And Swallowing Solids (Frank, et al., 2018) a été développé récemment pour des enfants et adolescents de 4 à 18 ans. Il permet d'évaluer de façon précise et quantitative la phase orale, c'est-à-dire la préparation du bol alimentaire et la mastication. En évaluant de manière normée la phase orale, le TOMASS aide à la pose d'un diagnostic précoce (Frank, et al., 2018) qui prévient et évite certaines complications futures éventuelles et participe à l'amélioration globale de la qualité de vie des patients. De plus, les scores normés du patient mesurent l'évolution des troubles. Le TOMASS dans sa version pédiatrique et adulte donne des normes internationales (à partir d'un échantillon sain de 866 personnes), permettant une évaluation normée de la phase orale au-delà d'un examen clinique qualitatif. Utilisable en clinique, il consiste en l'ingestion d'un Tuc Classic™ (pour la France et l'Allemagne), le plus rapidement tout en étant le plus confortable possible, avec à terme de la mastication du biscuit le patient qui énonce son prénom. Le but final est de voir comment le patient mastique et déglutit un bolus solide. Le nombre de morsures, de cycles masticatoires, de déglutitions et le

temps total sont pris en compte par l'examineur. Les normes sont construites autour de l'âge (plusieurs catégories d'âge) et le genre (masculin et féminin), deux variables considérées par les auteurs comme influentes sur la mastication.

## Buts et objectifs

Ainsi, un certain nombre d'outils d'évaluation subjectifs existent aujourd'hui pour quantifier et analyser qualitativement la mastication et ses troubles dans la population pédiatrique et adulte. Compte tenu du peu de données sur la mastication dans une cohorte pédiatrique en lien avec une malformation congénitale du cervelet, il est nécessaire d'utiliser ces outils pour évaluer quantitativement et qualitativement les caractéristiques masticatoires d'enfants atteints de malformation congénitale du cervelet.

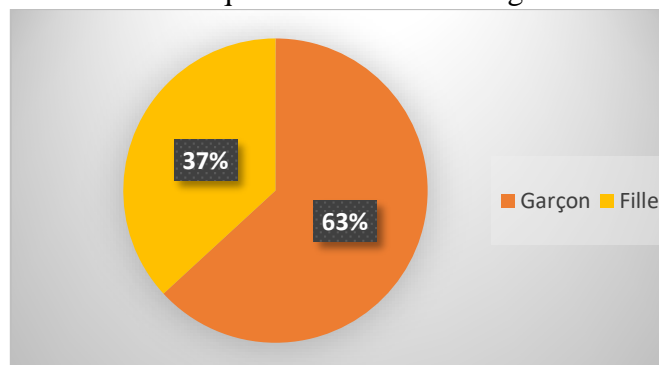
De ce fait, le TOMASS évaluera la population pédiatrique, vue en bilan au 2M2C de Lille, atteinte de malformation congénitale du cervelet. Les normes du TOMASS permettront d'objectiver précisément des troubles de la mastication (selon 3 critères choisis) et seront une base solide pour l'analyse qualitative. Cette dernière permettra de déterminer la prévalence des troubles de la mastication chez les patients de la cohorte selon certains critères, notamment le genre ainsi que certaines caractéristiques oro-myo-faciales et masticatoires.

## Méthode

### I. Population de l'étude

La cohorte des patients est composée de 38 patients âgés de 3 ans 2 mois à 16 ans 5 mois. La moyenne d'âge est de 8 ans 9 mois  $\pm$  3 ans 8 mois et la médiane est à 8 ans 6 mois (1<sup>er</sup> quartile 5 ans 7 mois, 3<sup>ème</sup> quartile 12 ans 3 mois). Ces patients sont regroupés en deux catégories d'âge : [3 ans;8 ans] (8 ans étant l'âge vers lequel la mastication est adulte) et [9 ans;17 ans].

La cohorte est composée de 24 garçons et de 14 filles, le graphique ci-dessous (figure N°6) permet de prendre connaissance des fréquences de la variable genre dans la cohorte.



*Figure N°6 : Représentation graphique des fréquences de la variable genre dans la cohorte*

Ces patients ont tous une malformation congénitale du cervelet et sont vus en bilan au 2M2C avec diverses étiologies (principalement des ataxies pour 36% des patients).

## II. Variables quantitatives et qualitatives étudiées

Tous les parents des patients inclus dans la cohorte ont signé une décharge de non-opposition à l'utilisation des données cliniques de leur enfant à des fins de recherche (cf A1) et les données présentées sont anonymisées.

Diverses données sont collectées dans cette cohorte :

- les caractéristiques démographiques de la population avec âge (variable quantitative en années et en mois) et genre (variable qualitative).
- Diverses variables qualitatives oro-myo-faciales et masticatoires :
  1. la respiration avec 3 modalités :
    - Respiration buccale ;
    - Respiration nasale ;
    - Respiration mixte (respirations buccale et nasale équivalentes).
  2. la mastication avec 3 modalités :
    - Mastication présente ;
    - Mastication absente ;
    - Mastication présente mais immature. Dans cette variable se regroupent divers traits masticatoires : mâchonnement, mastication asymétrique, bilatérale ou lente (donc fatigabilité).
  3. la déglutition avec 2 modalités :
    - Déglutition fonctionnelle (adulte ou infantile) ;
    - Déglutition dysfonctionnelle, c'est-à-dire avec une contraction des muscles labiaux et faciaux, une protrusion linguale et/ou une absence de contact dentaire, ainsi qu'une malposition linguale avec un appui rétro-incisif supérieur (Romette D. cité par (Martignoni, 2018)).
  4. l'alimentation avec 2 modalités :
    - Alimentation normale (sans restrictions ou sélectivité pour leur catégorie d'âge) ;
    - Alimentation avec texture adaptée (patients avec une alimentation hachée ou mixée non appropriée à leur catégorie d'âge).
  5. la dysmorphose, présente ou absente. Les différentes dysmorphoses observées seront analysées qualitativement.
- les résultats au test du TOMASS, variables quantitatives :
  - Vingt-deux patients ont réalisé le TOMASS, nous prendrons donc en compte leur nombre de morsures, leur temps total et leur nombre de cycles masticatoires ;
  - Pour les patients n'ayant pas réalisé le TOMASS, une distinction a été effectuée :
    - a) certaines données sont manquantes (patients qui avaient moins de 4 ans à la date du bilan donc non-compris dans les normes du TOMASS ou qui ont été vus en bilan avant que le TOMASS ne soit systématisé lors du bilan orthophonique).
    - b) certains présentaient un trouble masticatoire dès l'examen clinique (troubles trop importants, mastication absente, refus, troubles alimentaires pédiatriques), ils étaient donc dans l'incapacité de passer le TOMASS.

### **III. Matériel et procédures**

Les informations recueillies sur les patients proviennent de vidéos et photographies de passation du TOMASS ainsi que du dossier des patients (évaluations orthophonique, neuropsychologique et ergothérapeutique ainsi que divers examens et consultations médicaux).

Les passations ont lieu dans l'enceinte du 2M2C de Lille. En effet, le TOMASS est réalisé en systématique pour les patients qui le peuvent lors du bilan orthophonique depuis septembre 2019. La passation du TOMASS nécessite moins de 5 minutes : le patient mange le TUC<sup>TM</sup> et quand il a fini, il énonce clairement son prénom (Frank, et al., 2018). Le patient est filmé pendant toute cette procédure. Ce film permet d'extraire les données quantitatives du test du TOMASS (ici nombre de bouchées, nombre de cycles masticatoires par bouchée et temps total) ainsi que les données qualitatives (difficultés ou bavage lors de l'alimentation, stases alimentaires etc.). Pour réaliser les passations, il est donc nécessaire d'utiliser une caméra ainsi que des biscuits TUC<sup>TM</sup>.

### **IV. Analyses de données**

Par la suite, le traitement des données recueillies est réalisé en utilisant le logiciel Excel, le logiciel SPSS et le site BiostaTGV (INSERM & Université, s.d.).

L'étude des données de la cohorte est réalisée en trois étapes.

Tout d'abord, une étude descriptive de la population incluant les éléments démographiques, la respiration, la mastication, la déglutition, l'alimentation et la dysmorphose.

Par la suite, une étude descriptive avec les résultats quantitatifs et qualitatifs du TOMASS pour estimer la prévalence des troubles. Les données quantitatives recueillies au TOMASS (nombre de morsures, nombre de cycles masticatoires et temps total) sont comparées aux normes (selon le genre et l'âge du patient) pour objectiver la présence de troubles masticatoires. Ici, la variable nombre de déglutition n'est pas utilisée car les mouvements laryngés n'ont pas été objectivés clairement dans la cohorte de patients (avec notamment des enfants qui bougent lors de la passation).

Enfin, les données statistiques descriptives recueillies des éléments oro-myo-faciaux, masticatoires et du TOMASS sont analysées par des tests non-paramétriques avec application du seuil  $p$  à .05 ( $\chi^2$  et tests exacts de Fisher), car les conditions d'application des tests paramétriques ne sont pas respectées. Ainsi, nous analysons l'effet des variables démographiques et oro-myo-faciales sur les résultats au TOMASS et déterminons d'éventuelles différences de proportion pour les variables qualitatives nominales.

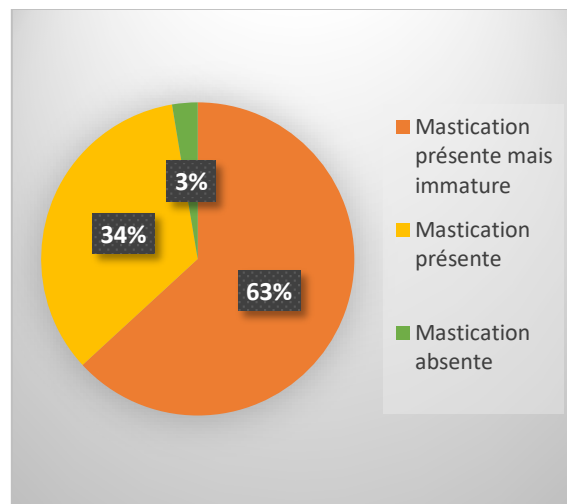
# Résultats

## I. Caractérisation oro-myo-faciale et masticatoire des patients

Dans cette partie, les éléments qualitatifs concernant la respiration, la mastication, la déglutition, l'alimentation et la dysmorphose sont analysés.

En ce qui concerne la variable respiration, sur 38 patients, 8 avaient une respiration buccale (soit 21%), 27 avaient une respiration nasale (soit 71%) et 3 avaient une respiration mixte (soit 0.08%).

Pour la variable mastication, 13 patients avaient une mastication présente, 24 avaient une mastication présente mais immature et 1 patient n'avait pas de mastication. La représentation graphique ci-dessous (figure N°7) permet de prendre connaissance des fréquences de la variable mastication dans la cohorte.

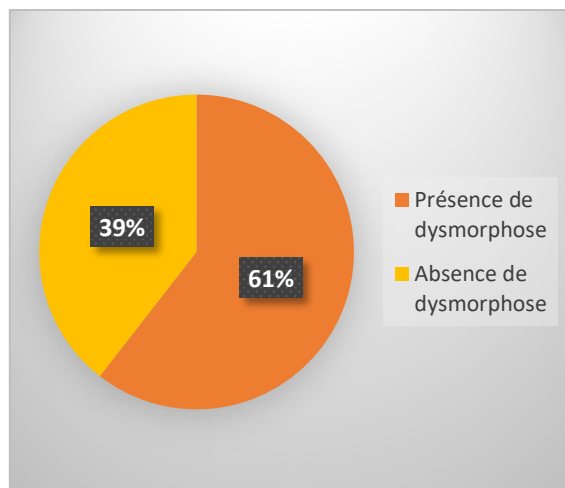


*Figure N°7 : Représentation graphique des fréquences de la variable mastication dans la cohorte*

La déglutition est fonctionnelle pour 23 patients (soit 61%) et dysfonctionnelle pour 15 patients (soit 39%).

L'alimentation est normale selon leur âge pour 32 patients (soit 84%) et elle est adaptée selon leur âge pour 6 patients (soit 16%) avec 4 alimentations hachées et 2 alimentations mixées.

Des dysmorphoses ont été observées lors de l'examen clinique pour 23 patients sur 38 patients totaux. Le graphique suivant (figure N°8) montre la répartition des fréquences de la variable dysmorphose dans la cohorte.



*Figure N°8 : Représentation graphique des fréquences de la variable dysmorphose dans la cohorte*

Le tableau ci-dessous (figure N°9) développe les différentes dysmorphoses observées avec leurs effectifs et fréquences, sachant que 39% des patients avec dysmorphose en cumulent 2 ou plus.

Dysmorphose	Effectifs retrouvés	Pourcentage
Articulé dentaire croisé	5	16%
Chevauchement	5	16%
Protrusion	5	16%
Dysmorphose type classe II 1	4	13%
Dysmorphose type classe II 2	3	9%
Endognathie mandibulaire	3	9%
Supraclusion	3	9%
Mâchoire étroite	2	6%
Dysmorphose type classe III	1	3%
Béance	1	3%

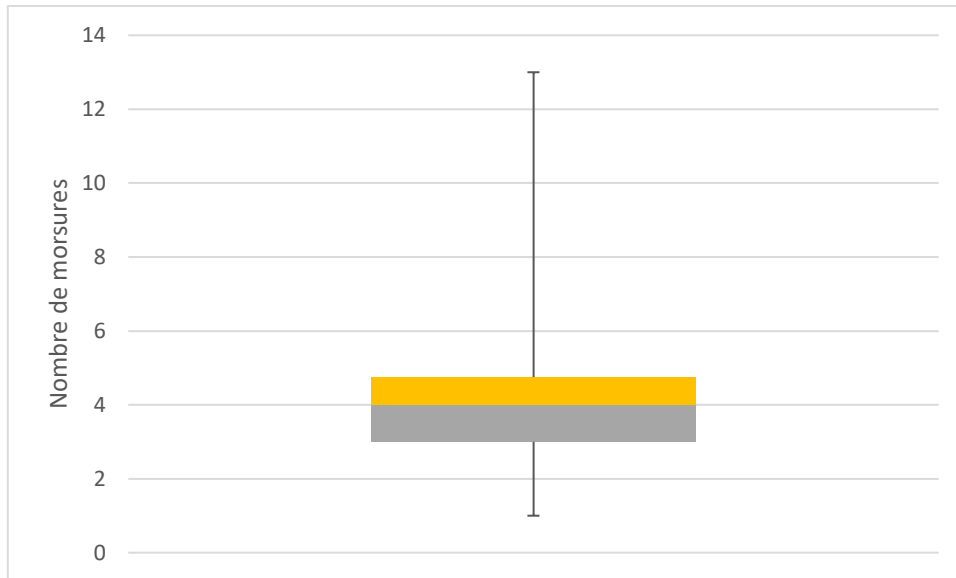
*Figure N°9 : Représentation qualitative de la répartition des effectifs de la variable dysmorphose dans la cohorte*

Nous allons donc décrire les résultats des patients de la cohorte au TOMASS et leur rapport à la norme.

## II. Performance des patients de la cohorte au TOMASS

Vingt-deux patients ont passé le TOMASS (soit 58%), 10 données sont manquantes (26%) et 6 TOMASS n'ont pas été réalisés car l'examen clinique était de prime abord déficitaire (soit 16%).

Parmi les TOMASS réalisés, 3 variables vont être présentées : la variable morsures, la variable cycles masticatoires et la variable temps total. Pour la variable morsures, 14 patients étaient dans les normes du TOMASS (soit 64%) et 8 étaient déficitaires (soit 36%). Le graphique suivant (figure N°10) synthétise les scores obtenus par les patients de la cohorte pour la variable morsures.



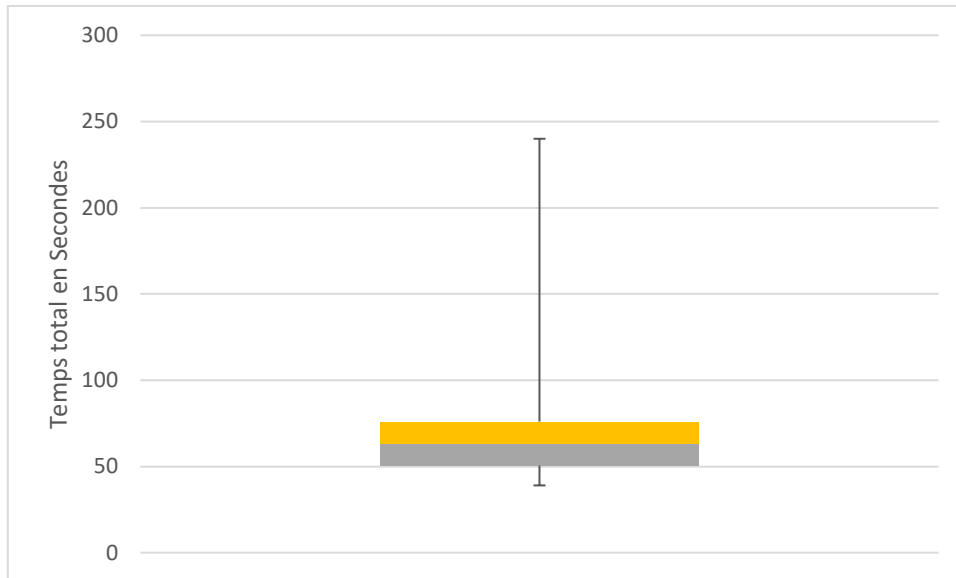
*Figure N°10 : Représentation graphique des scores obtenus au TOMASS par les patients de la cohorte pour la variable morsures*

Pour la variable cycles masticatoires, 13 patients étaient dans la norme du TOMASS (soit 59%) et 9 étaient déficitaires (soit 41%). Le graphique ci-dessous (figure N°11) synthétise les scores obtenus par les patients de la cohorte pour la variable cycles masticatoires.



*Figure N°11 : Représentation graphique des scores obtenus au TOMASS par les patients de la cohorte pour la variable cycles masticatoires*

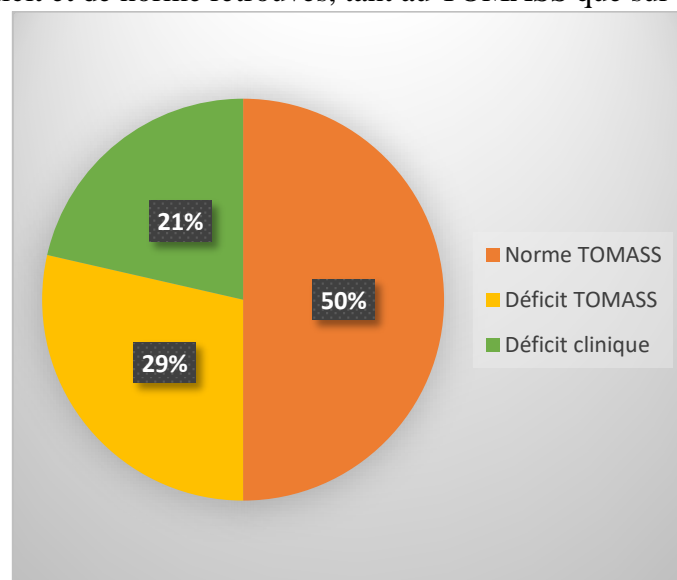
Enfin, 11 patients sont dans la norme du TOMASS pour la variable temps total (soit 50%) et 11 patients sont déficitaires (soit 50%). Ainsi, la variable temps total est celle avec le plus grand nombre de résultats déficitaires : cette variable est autant réussie qu'échouée dans la cohorte. Le graphique suivant (figure N°12) synthétise les scores obtenus par les patients de la cohorte pour la variable temps total.



*Figure N°12 : Représentation graphique des scores obtenus au TOMASS par les patients de la cohorte pour la variable temps total*

Dans la cohorte, nous retrouvons 10 patients qui ont des TOMASS avec les 3 variables étudiées dans la norme (soit 45%) et 4 patients qui ont des TOMASS avec les 3 variables étudiées déficitaires (soit 18%). Huit patients de la cohorte ont 2 variables du TOMASS déficitaires toutes variables confondues (soit 36%).

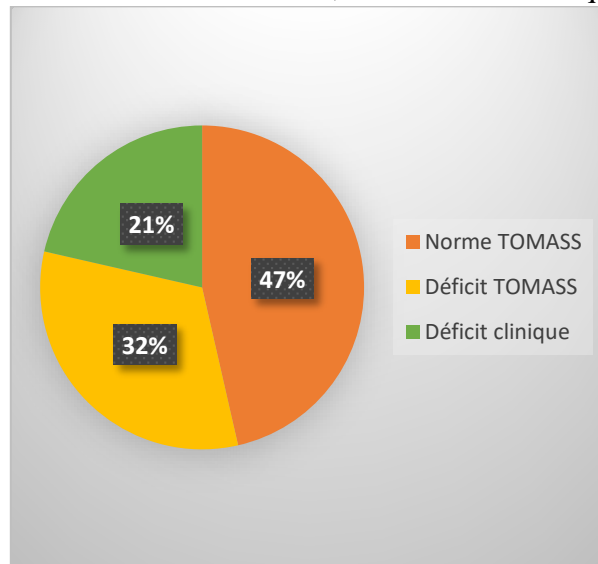
Pour pouvoir analyser l'ensemble des résultats recueillis, il semble important de prendre en compte les 6 patients déficitaires dès l'examen clinique. Ainsi, la globalité des fréquences pour chaque variable du TOMASS (la norme au TOMASS et le déficit au TOMASS) ainsi que le déficit clinique d'emblée sont analysés concomitamment. Pour la variable morsures du TOMASS, le graphique suivant (figure N°13) détaille les pourcentages de déficit et de norme retrouvés, tant au TOMASS que sur le plan clinique.



*Figure N°13 : Représentation graphique des fréquences norme/déficit avec la variable morsures dans la cohorte*

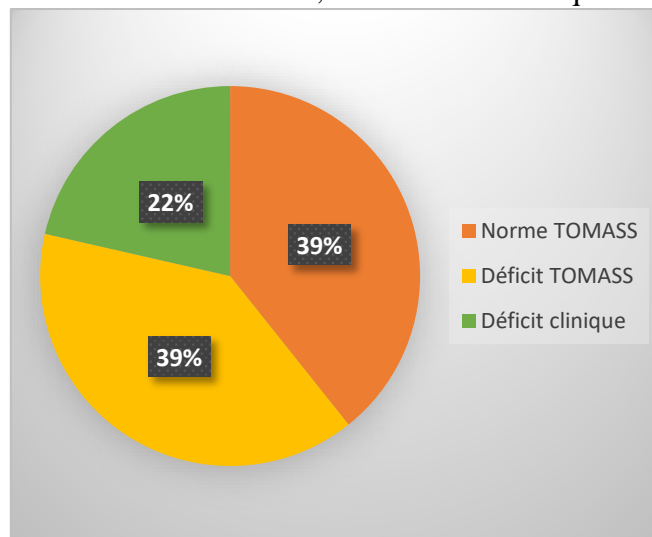


Pour la variable cycles masticatoires du TOMASS, le graphique suivant (figure N°14) détaille les pourcentages de déficit et de norme retrouvés, tant au TOMASS que sur le plan clinique.



*Figure N°14 : Représentation graphique des fréquences norme/déficit avec la variable cycles masticatoires dans la cohorte*

Pour la variable temps total du TOMASS, le graphique suivant (figure N°15) détaille les pourcentages de déficit et de norme retrouvés, tant au TOMASS que sur le plan clinique.



*Figure N°15 : Représentation graphique des fréquences norme/déficit avec la variable temps total dans la cohorte*

Enfin, nous allons analyser ces résultats descriptifs à la lumière de tests statistiques non-paramétriques.

### III. Association entre les performances au TOMASS, le déficit clinique, les variables démographiques, oro-myo-faciales et masticatoires

Ici, les effets des variables démographiques, oro-myo-faciales et masticatoires sur les performances aux variables du TOMASS (morsures, cycles masticatoires et temps total) sont analysés.

Le tableau suivant (figure N°16) synthétise toutes les données retrouvées avec n égal à l'effectif de la modalité et p-value la valeur retrouvée lors du test statistique non-paramétrique exact de Fisher.

	<b>P-value retrouvée avec la variable morsures du TOMASS</b>	<b>P-value retrouvée avec la variable cycles masticatoires du TOMASS</b>	<b>P-value retrouvée avec la variable temps total du TOMASS</b>
<b>Catégories d'âge</b> [3 ans;8 ans] (n = 10) [9 ans;17 ans] (n = 12)	1	.41	.2
<b>Genre</b> Masculin (n = 16) Féminin (n = 6)	.63	1	.63
<b>Alimentation</b> Alimentation normale (n = 19) Alimentation avec texture adaptée (n = 3)	1	.54	1
<b>Respiration</b> Respiration nasale (n = 17) Respiration buccale (n = 4)	.09	.62	.58
<b>Déglutition</b> Déglutition fonctionnelle (n = 12) Déglutition dysfonctionnelle (n = 10)	.07	.19	.2
<b>Dysmorphose</b> Dysmorphose présente (n = 13) Dysmorphose absente (n = 9)	< .05	< .05	< .05

*Figure N°16 : Description des p-values aux tests non-paramétriques réalisés entre variables du TOMASS et celles démographiques et oro-myo-faciales*

Par la suite, une comparaison a été réalisée entre les variables globales de norme et de déficit et les catégories d'âge en utilisant le test non-paramétrique exact de Fisher. Ainsi, les variables

catégories d'âge ([3 ans;8 ans] et [9 ans;17 ans]), les 3 variables du TOMASS (avec des résultats soit dans la norme soit déficitaires) ainsi que la variable déficit clinique d'emblée sont incluses. Le tableau suivant (figure N°17) synthétise toutes les p-values retrouvées avec n égal à l'effectif de la modalité et p-value la valeur retrouvée lors du test statistique non-paramétrique.

	<b>[3 ans;8 ans]</b>	<b>[9 ans;17 ans]</b>	<b>P-value retrouvée</b>
<b>TOMASS morsures</b>			
Norme morsures (n)	6	8	.71
Déficit morsures (n)	4	4	
Déficit clinique (n)	4	2	
<b>TOMASS cycles masticatoires</b>			
Norme cycles masticatoires (n)	7	6	.50
Déficit cycles masticatoires (n)	3	6	
Déficit clinique (n)	4	2	
<b>TOMASS temps total</b>			
Norme temps total (n)	7	4	.19
Déficit temps total (n)	3	8	
Déficit clinique (n)	4	2	

*Figure N°17 : Description des p-values aux tests non-paramétriques réalisés entre variables du TOMASS, déficit clinique et catégories d'âge*

De plus, la comparaison de fréquences entre les variables cycles masticatoires et temps total du TOMASS a été analysée par un test non-paramétrique exact de Fisher. La p-value retrouvée est inférieure à .05.

Ensuite, le genre a été comparé aux variables oro-myo-faciales et masticatoires avec des tests non-paramétriques de Chi<sup>2</sup> et des tests exacts de Fisher. Ici, toutes les p-value sont supérieures à .05. Le tableau suivant (figure N°18) synthétise toutes les p-values retrouvées avec n égal à l'effectif de la modalité et p-value la valeur retrouvée lors du test statistique non-paramétrique.

	<b>P-value retrouvée avec la variable genre</b>
<b>Mastication</b> Mastication présente (n = 13) Mastication présente mais immature (n = 24)	.73
<b>Alimentation</b> Alimentation normale (n = 32) Alimentation avec texture adaptée (n = 6)	.38
<b>Respiration</b> Respiration nasale (n = 8) Respiration buccale (n = 27)	.12
<b>Déglutition</b> Déglutition fonctionnelle (n = 23) Déglutition dysfonctionnelle (n = 15)	.12
<b>Dysmorphose</b> Présence de dysmorphose (n = 23) Absence de dysmorphose (n = 15)	.33

*Figure N°18 : Description des p-values aux tests non-paramétriques réalisés entre la variable genre et les variables oro-myo-faciales et masticatoires*

Enfin, la comparaison de fréquences entre les variables déglutition et dysmorphose avec le test non-paramétrique de Fisher retrouve une p-value inférieure à .05.

A la lumière de ces résultats, il est nécessaire de les comparer aux objectifs énoncés auparavant.

## **Discussion**

### **I. Interprétation des résultats selon les hypothèses**

#### **A. Capacités masticatoires des patients de la cohorte**

Tout d'abord, la mastication des patients va être analysée.

Qualitativement, 63% des patients de la cohorte tout âge confondu sont considérés avec une mastication présente mais immature.

Quantitativement, les scores au TOMASS montrent que :

- 36% des patients qui ont passé le TOMASS sont déficitaires pour la variable morsures ;
- 41% des patients qui ont passé le TOMASS sont déficitaires pour la variable cycles masticatoires ;
- 50% des patients qui ont passé le TOMASS sont déficitaires pour la variable temps total.

Néanmoins, le pourcentage retrouvé qualitativement est plus important que le pourcentage de déficits retrouvés au TOMASS. Alors, il paraît primordial pour se rendre réellement compte des déficits masticatoires de la cohorte de considérer les patients qui ont passé le TOMASS ainsi que les patients qui n'ont pas pu passer le TOMASS car ils avaient des capacités masticatoires d'emblée déficitaires à l'examen clinique.

Ainsi, si nous prenons en considération tous ces patients, nous retrouvons ces proportions :

- 50% des patients ont des capacités masticatoires déficitaires avec les scores de la variable morsures du TOMASS ;
- 53% des patients ont des capacités masticatoires déficitaires avec les scores de la variable cycles masticatoires du TOMASS ;
- 61% des patients ont des capacités masticatoires déficitaires avec les scores de la variable temps total du TOMASS.

Avec ces dernières proportions, nous retrouvons bien une mastication majoritairement déficitaires tant qualitativement que quantitativement dans cette cohorte de patients atteints de malformation congénitale du cervelet.

De plus, le test statistique non-paramétrique réalisé entre les variables du TOMASS cycles masticatoires et temps total retrouve une p-value inférieure à .05. D'un point de vue statistique, si le patient est déficitaire pour la variable cycles masticatoires il l'est de même pour la variable temps total, ce qui confirme la corrélation retrouvée dans le TOMASS (Frank, et al., 2018).

Enfin, le test du TOMASS dans ses normes différencie le genre et l'âge : des normes séparées sont réalisées selon des catégories d'âges pour le genre masculin et pour le genre féminin. Ici, des tests statistiques non-paramétriques ont été réalisés pour étudier cet effet de genre dans la cohorte. La variable genre a ainsi été appariée avec toutes les variables qualitatives oro-myo-faciales et masticatoires. Cependant, toutes les p-values calculées étaient supérieures à .1. Statistiquement, nous ne retrouvons donc pas dans cette cohorte un effet du genre sur la respiration, la mastication, la déglutition, l'alimentation ou la dysmorphose.

Maintenant que le lien entre troubles de la mastication et patients atteints de malformation congénitale du cervelet est analysé, l'importance de la fonction dans la formation des organes semble primordiale à discuter.

## **B. La fonction modèle l'organe : l'importance des dysmorphoses**

Aujourd'hui, le lien entre fonction et organe est démontré. En effet, la mastication influence la croissance dento-faciale et de même les troubles fonctionnels, posturaux et praxiques influencent les capacités masticatoires (Limme, 2010). Cependant, si ce processus bidirectionnel est gêné, ce cercle vertueux peut devenir un cercle vicieux.

Le pourcentage de mastication déficitaire important retrouvé préalablement est probablement lié à la proportion importante de dysmorphose. En effet, 61% des patients de la cohorte présentent des dysmorphoses et 39% des patients avec dysmorphoses en cumulent 2 ou plus. Conformément au lien présumé entre mastication déficitaire et dysmorphose, les tests statistiques non-paramétriques réalisés entre les variables du TOMASS et la variable qualitative dysmorphose sont tous significatifs (pour les variables morsures, cycles masticatoires et temps total, on retrouve des p-values inférieures à .05). Ainsi, la présence de dysmorphose est pour les patients de la cohorte liée à des scores au TOMASS déficitaires, ce qui corrobore l'hypothèse d'un cercle vertueux devenu vicieux entre la fonction et l'organe dans le cadre de malformations congénitales du cervelet.

Enfin, nos résultats retrouvent le lien entre déglutition dysfonctionnelle et présence de dysmorphose préalablement décrit la littérature scientifique (Papillon, 2013). Ainsi, dans ce mémoire, le test statistique non-paramétrique réalisé entre la variable déglutition et la variable dysmorphose retrouve une p-value inférieure à .05.

Ici, nous avons donc discuté des troubles masticatoires qui influent grandement sur la croissance dento-faciale chez des patients atteints de malformation congénitale du cervelet. A présent, il semble nécessaire de discuter les implications de ces résultats dans la clinique, notamment orthophonique.

## **II. Apports dans la pratique clinique**

La littérature scientifique n'abonde pas sur les troubles de la mastication dans un contexte de malformation congénitale du cervelet. Ce mémoire avait donc pour buts et objectifs de confirmer la présence de troubles masticatoires dans cette population de patients. Grâce aux tests du TOMASS réalisés et à l'examen clinique, nous avons pu mettre en évidence la présence de troubles masticatoires chez des patients atteints de malformation congénitale du cervelet. Pour les patients ayant passé le TOMASS, on retrouve une lenteur dans la mastication avec un nombre de cycles masticatoires ainsi qu'un nombre de morsures plus importants que la norme. Nous avons aussi pu objectiver des troubles dès l'examen clinique, qui empêchaient même pour certains patients la passation du TOMASS.

La mise en évidence de ces troubles justifie qu'une prise en charge orthophonique adaptée est nécessaire pour cette population. En effet, selon l'âge d'apparition des troubles, les conséquences dento-faciales peuvent être présentes soit sur la denture lactéale soit sur la denture définitive à partir de 6 ans (Chaffai, 2003), et ainsi laisser des séquelles plus importantes.

De plus, une mastication déficitaire aux variables du TOMASS et une déglutition dysfonctionnelle sont liées dans ce mémoire à la présence de dysmorphose. De fait, les dysmorphoses installées sont plus complexes à prendre en charge et favorisent une mastication déficitaire et une déglutition dysfonctionnelle. La prévention et la prise en charge précoce de ce cercle vicieux sont donc réalisées à travers un partenariat pluridisciplinaire (prise en charge orthophonique, dentaire et/ou orthodontique). Depuis septembre 2020, le 2M2C de Lille s'est associé à Handident pour dépister et prendre en charge le plus précocement les dysmorphoses dentaires chez leurs patients atteints de malformation congénitale du cervelet.

Le rôle des professionnels de santé (médecin, orthophoniste, orthodontiste, dentiste) est donc fondamental pour les patients atteints de malformations congénitales du cervelet. En effet, si l'on souhaite éviter la formation d'un cercle vicieux entre troubles de mastication, déglutition dysfonctionnelle et dysmorphose, une prise en charge pluridisciplinaire précoce devient nécessaire. Néanmoins, ce mémoire amène de nouveaux questionnements scientifiques.

## **III. Apports et limites**

### **A. Apports de cette recherche**

La littérature scientifique sur la mastication dans les malformations congénitales du cervelet est peu abondante aujourd'hui. Cette recherche essaye donc d'apporter des réponses sur les capacités masticatoires de ces patients.

Ce mémoire utilise le test du TOMASS (Frank, et al., 2018). Ce test est étalonné internationalement avec des normes établies sur un grand nombre de sujets, tant pour sa version pédiatrique (638 participants) que pour sa version adulte (non utilisée ici dans ce mémoire). Le TOMASS s'est donc avéré ici un outil précieux pour objectiver des troubles de la mastication et mettre en place dans la clinique une prise en charge multidisciplinaire pour remédier aux troubles observés.

De plus, dans ce mémoire, la cohorte de patients provient de toute la région Hauts-de-France, ce qui permet des origines géographique et socio-économique diverses. Nous avons ainsi pu observer les capacités masticatoires de patients avec des habitudes de vie et d'alimentation diverses.

Enfin, les patients sont âgés de 3 ans 2 mois à 16 ans 5 mois. Nous avons donc pu analyser la mastication dans son développement, qu'il soit typique ou atypique. De même, lorsque des troubles de la mastication sont objectivés, il est possible de voir l'évolution de ces troubles avec l'âge dans un contexte de malformation congénitale du cervelet.

## **B. Limites de cette recherche**

La recherche menée dans ce mémoire n'est cependant pas exhaustive.

La cohorte des patients est pédiatrique. Nous n'avons donc pas d'informations sur les capacités masticatoires des patients de plus de 18 ans dans un contexte de malformation congénitale du cervelet.

De plus, la cohorte est composée de 38 personnes avec seulement 22 qui ont passé le test du TOMASS. Ce nombre de participants est suffisant pour réaliser une étude descriptive et quelques tests statistiques non-paramétriques mais il ne permet pas de réaliser des tests statistiques paramétriques, plus fiables. De même, Les données exploitées sont concentrées sur les patients du 2M2C de Lille. Il serait intéressant d'exploiter des données du centre de référence de Paris et du centre de compétence de Lyon (s'ils disposent d'évaluations orthophoniques) pour étudier à l'échelle nationale les capacités masticatoires de patients atteints de malformation congénitale du cervelet.

Enfin, dans les variables du TOMASS étudiées, la variable déglutition n'a pas été prise en compte car il était difficile d'objectiver clairement le nombre de déglutition dans cette cohorte pédiatrique. Il serait alors intéressant d'étudier cette variable du TOMASS pour observer si les patients atteints de malformation congénitale du cervelet obtiennent des scores déficitaires ou dans la norme pour cette variable.

Ce mémoire a donc essayé de compléter la littérature scientifique, peu prolixe aujourd'hui sur les caractéristiques masticatoires dans un contexte de malformation congénitale du cervelet. Il apparaît cependant nécessaire de réaliser des études supplémentaires avec une cohorte nationale de patients pour vérifier les comparaisons de fréquences réalisées dans ce mémoire.

De même, il serait intéressant d'observer concomitamment le développement de l'oralité alimentaire et verbale chez les patients atteints de malformation congénitale du cervelet. En effet, la théorie des effecteurs communs décrit un lien entre le développement de la phonation et de la mastication dans la petite enfance, deux activités motrices qui s'influencent (Macneilage, 1998). Ainsi, le développement langagier n'a pas été analysé lors de ce mémoire. Il serait donc utile de comparer le développement alimentaire et verbal pour confirmer ou infirmer le lien entre mastication et phonation dans ce cadre étiologique.

## Conclusion

Peu d'études objectivent la présence de caractéristiques masticatoires dans une cohorte pédiatrique de patients atteints de malformation congénitale du cervelet. Ce mémoire a donc pour objectif d'analyser la mastication de ces patients pour confirmer ou infirmer la présence de troubles masticatoires. Ainsi, le test du TOMASS et des variables qualitatives, observées lors de l'examen clinique du bilan orthophonique et présentes dans le dossier patient (bilans orthophonique, médical, ergothérapeutique et neuropsychologique), ont été utilisés pour étudier le lien entre mastication, genre, caractéristiques oro-myo-faciales (respiration, déglutition, alimentation et dysmorphose) et masticatoires.

Des bilans pluridisciplinaires ont donc été réalisés au 2M2C de Lille. Au total, 22 patients sur 38 ont pu passer le test du TOMASS lors du bilan orthophonique, avec 3 variables analysées : le nombre de morsures, le nombre de cycles masticatoires et le temps total. Pour les autres patients, des variables qualitatives oro-myo-faciales et masticatoires ont principalement été analysées. Le genre et l'âge étaient deux variables importantes : en effet, les scores au test du TOMASS ont été comparés à l'âge (2 catégories d'âge : [3 ans;8 ans] et [9 ans;17 ans]) et les variables qualitatives ont été comparées au genre.

L'analyse des comparaisons de fréquences et des quelques tests statistiques non-paramétriques retrouve tant qualitativement que quantitativement des troubles masticatoires dans la cohorte de patients. En effet, qualitativement, nous retrouvons 63% de patients avec une mastication présente mais immature (lente ou peu efficace). Quantitativement, les scores au TOMASS et les déficits dès l'examen clinique retrouvent entre 50% et 61% des patients de la cohorte avec une mastication inefficace.

De plus, le lien statistique retrouvé entre les troubles de la mastication au TOMASS, la déglutition dysfonctionnelle et la présence de dysmorphose rejoint les données de Limme (2010) selon lesquelles la fonction module l'organe. Ainsi, si la fonction masticatoire et/ou si la déglutition sont inefficaces, cela va influencer négativement la croissance dento-faciale. Une fois que la croissance dento-faciale est atypique, l'inefficace de la mastication et/ou de la déglutition est renforcée, créant un cercle vicieux qui nécessite une prise en charge pluridisciplinaire précoce.

Ce mémoire retrouve donc des troubles masticatoires dans une cohorte de patients atteints de malformation congénitale du cervelet, avec un cercle vicieux entre mastication, déglutition et présence de dysmorphose. Cependant, peu d'études scientifiques permettent de corroborer les résultats retrouvés ici. Il semble primordial de continuer les recherches pour confirmer ou infirmer les conclusions de ce mémoire et pouvoir conclure à plus grande échelle des capacités masticatoires de patients atteints de malformation congénitale du cervelet.

Enfin, la sensibilisation du corps médical et paramédical aux troubles de mastication chez des patients atteints de malformation congénitale du cervelet est nécessaire pour permettre une évaluation oro-myo-fonctionnelle pluridisciplinaire précoce.



## Bibliographie

- Steiner, J., Michman, J., & Litman, A. (1974). Time sequence of the activity of the temporal and masseter muscles in healthy young human adults during habitual chewing of different test food. *Arch Oral Biology*, 29-34.
- Berthel-Tâtray, M.-C. (2017). le syndrome cognitivo-affectif du cervelet. *Revue neurologique*, 183-188.
- Borel-Maisonny, S. (2004). Les troubles de l'oralité alimentaire chez l'enfant. *Rééducation orthophonique*.
- Brin-Henry, F., Courrier, C., Lerderlé, E., & Masy, V. (2011). *Dictionnaire d'orthophonie*. Ortho Edition.
- Camoreyt, A. (2017). Troubles de la reconnaissance des émotions après lésion cérébelleuse focale. *Revue neurologique*, 183-188.
- Chabrol, B., Halbert, C., Milh, M., & Mancini, J. (2009). Handicap : définitions et classifications. *Archives de pédiatrie*, 912-914.
- Chaffai, R. (2003). *Etude de la mastication chez l'enfant porteur de trisomie 21*. Sciences du vivant.
- Chentouf, A., Bouchetara, M., Benbihi, L., & Oubaiche, M. (2015). Epilepsie réflexe de l'alimentation : à propos d'un cas. *Revue neurologique*, A97-A105.
- CHUPS Jussieu. (s.d.). *Morphologie>Cervelet*. Récupéré sur Neuranat: <http://www.chups.jussieu.fr/ext/neuranat/morphologie/cervelet/index.html>
- Collège des Enseignants de Neurologie. (s.d.). *séméiologie des nerfs crâniens*. Récupéré sur collège des Enseignants de Neurologie : <https://www.cen-neurologie.fr/premier-cycle/semiologie-analytique/syndrome-myogene-myopathique/syndrome-myogene-myopathique-14>
- Coutelier, M., Burglen, L., Mundwiller, E., Abada-Bendib, M., Rodriguez, D., Chantot-Bastaraud, S., . . . Durr, A. (2015). GRID2 mutations span from congenital to mild adult-onset cerebellar ataxia. *American Academy of Neurology*.
- Crépin, S., Godet, B., Chassain, B., Preux, P.-M., & Desport, J.-C. (2008). Malnutrition et épilepsie. *Nutrition clinique et métabolisme*, 88-95.
- Frank, U., van den Engel-Hoek, L., Nogueira, d., Schindler, A., Adams, S., Curry, M., & Huckabee, M.-L. (2018). International Standardisation of the test of masticating and swallowing solids in children. *Journal of oral rehabilitation*, 161-169.
- Franklin, D., Luther, F., & Curzon, M. (1996). The prevalence of malocclusion in children with cerebral palsy. *European journal of orthodontics*, 637-643.
- Glasper, E. A., & Richardson, J. (2006). *A Textbook of Children's and Young People's Nursing E-Book*. Churchill Livingstone Elsevier.

- Huckabee, M.-L., McIntosh, T., Fuller, L., Curry, M., Thomas, P., Walshe, M., . . . Sella-Weiss, O. (2018). The Test of Masticating and Swallowing Solids (TOMASS): reliability, validity and international normative data. *International journal of language & communication disorders*, 144-156.
- Huckabee, M.-L., McIntosh, T., Fuller, L., Curry, M., Thomas, P., Walshe, M., . . . Sella-Weiss, O. (2018). The Test of Masticating and Swallowing Solids (TOMASS): reliability, validity and international normative data. *International journal of language and communication disorders*, 144-156.
- INSERM, & Université, M. S. (s.d.). *BiostaTGV*. Récupéré sur BiostaTGV: <https://biostatgv.sentiweb.fr/>
- Kemppainen, P., Waltimo, A., Palomäki, H., Salonen, O., Könönen, M., & Kaste, M. (1999). Masticatory force and function in patients with hemispheric brain infarction and hemiplegia. *Journal of dental research*, 1810-1814.
- Lagarde, J., Hantkie, O., Hajjioui, A., & Yelnik, A. (2009). Neuropsychological disorder induced by cerebellar damage. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 360-370.
- Lauret, J., & Le Gall, M. (1994). La mastication. Une réalité oubliée par l'occlusodontologie ? *Cahier de prothèse*, 31-46.
- Le Gall, M. (s.d.). Récupéré sur mastication-ppp: [www.mastication-ppp.net](http://www.mastication-ppp.net)
- Lebert, A., Vergilino-Perez, D., Curry, M.-L., Prodhomme, J., Puget, S., Beccaria, K., & Chaby, L. (2019). Kyste de la fosse postérieure chez l'enfant : intérêt de l'évaluation posturographique et socio-émotionnelle. *Résumés du XXVIe congrès annuel de la Société francophone Posture Équilibre Locomotion (SOFPEL)*, (p. 419).
- Lemarchand, L., MacLeod, A., Canault, M., & Kern, S. (2018). Développement de la parole et de la mastication : Evolution de la durée des cycles oscillatoire mandibulaires observés entre 8 et 14 mois chez 4 enfants québécois. *XXXIIe Journée d'Etudes sur la Parole*, (pp. 142-150). Aix-en-Provence.
- Limme, M. (2010). Diversification alimentaire et développement dentaire : importance des habitudes alimentaires des jeunes enfants pour la prévention de dysmorphoses orthodontiques. *Archives de pédiatrie*, 213-219.
- Lin, C.-S., Wu, C.-Y., Wu, S.-Y., Lin, H.-H., Cheng, D.-H., & Lo, W.-L. (2017). Age-related difference in functional brain connectivity of mastication. *Frontiers in aging neuroscience*, 82.
- Lin, C.-S., Wu, S.-Y., Wu, C.-Y., & Ko, H.-W. (2016). Gray matter volume and resting-state functional connectivity of the motor cortex-cerebellum network reflect the individual variation in masticatory performance in healthy elderly people. *Frontiers in aging neurosciences*, 247.
- Lucas, P., Ow, R., Ritchie, G., Chew, C., & Keng, S. (1986). Relationship between jaw movement and food breakdown in human mastication. *Journal of Dental Research*, 400-404.

- Macneilage , P. (1998). The frame/content theory of evolution of speech production. *The Behavioral and Brain Sciences*, 499-511-546.
- Marquezin, M., Kobayashi, F., Montes, A., Gavião, M., & Castelo, P. (2013). Assessment of masticatory performance, bite force, orthodontic treatment need and orofacial dysfunction in children and adolescents. *Archives of oral biology*, 286-292.
- Martignoni, A. (2018). Orthophonie et déglutition dysfonctionnelle chez l'enfant : fiche d'aide au diagnostic. Lille: Université de Lille.
- Matsui, M., Giannasi, L., Freitas Batista, S., Oliveira Amorim, J., Oliveira, C., Oliveira, L., & Fernandes Gomes, M. (2017). Differences between the activity of the masticatory muscles of adults with cerebral palsy and healthy individuals while at rest and in function. *Oral Biology* , 16-20.
- Mensch, S., Echteld, M., Lemmens, R., Oppewal, A., Evenhuis, H., & Rameckers, E. (2019). The relationship between motor abilities and quality of life in children with severe multiple disabilities. *Journal of intellectual disability research* , 100-112.
- Mignot, C., Apartis, E., Durr, A., Lourenço, C. M., Charles, P., Devos, D., . . . Anheim, M. (2013). Phénotypic variability in ARCA2 and identification of a core ataxic phenotype with slow progression. *Orphanet Journal Of Rare Disease*.
- OMS. (2001). Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé. Genève.
- Ostéotomie de la mandibule*. (s.d.). Récupéré sur Centre Montpellier de chirurgie maxillo-faciale: <https://www.maxillo-facial-montpellier.fr/interventions/chirurgie-orthognatique/generalites-sur-la-chirurgie-des-machoi-res/osteotomie-de-la-mandibule/>
- Outrequin, G., & Boutillier, B. (s.d.). *Le cervelet*. Récupéré sur Anatomie humaine: <https://www.anatomie-humaine.com/Le-Cervelet.html>
- Papillon, M. (2013). *Troubles de la déglutition en lien avec des dysmorphoses dentaires et les troubles articulatoires associés*. Récupéré sur [https://www.srapl.ch/02-activites/2013-03-09-conference-sectionVSFR\\_Lausanne.pdf](https://www.srapl.ch/02-activites/2013-03-09-conference-sectionVSFR_Lausanne.pdf) (
- Paquier, P. (2017). Le cervelet : de la parole au langage. *Revue neurologique*, 183-188.
- Peyron, M., & Woda, A. (2001). Adaptation de la mastication aux propriétés mécaniques des aliments. *Revue orthopédique dento-faciale*, 405-420.
- Peyron, M., & Woda, A. (2006). Adaptation de la mastication en réponse aux caractéristiques de l'individu ou de l'aliment. *L'orthodontie Française*, 417-430.
- Quintero, I., Ichesco, E., Schutt, R., Myers, C., Peltier, S., & Gerstner, G.-E. (2013). Functional connectivity of human chewing : an fMRI study. *Journal of dental research*, 272-278.
- Rezende, R., Bonjardim, L., Neves, E., Santos, L., Nunes, P., Garcez, C., . . . Araujo, A. (2013). Oral health, temporomandibula disorder and masticatory performance in patients with Charcot-Marie-tooth type 2. *Science World Journal*.
- Roux, S. B.-L. (2016). Le cervelet : des troubles moteurs à l'autisme. *Revue de neuropsychologie*, 182-191.

- Royannez, M. (2018). *Mastication et ODF*. Dumas.
- Salvador-Planas, C. D. (2001). séméiologie de la mastication. *revue d'orthopédie dento-faciale*, 319-336.
- Schmidt, K., Brieseneister, M., & Kittel Ries, L. (2014). Changes in mandibular and cervical motor control of children with cerebral palsy . *Revista CEFAC*, 228-235.
- Sellal, F. (2017). vignette clinique : amnésie cérébelleuse. *Revue neurologique*, 183-188.
- Sellers, D., Mandy, A., Pennington, L., Hankins, M., & Morris, C. (2013). Development and reliability of a system to classify the eating and drinking ability of people with cerebral palsy. *Developmental medicine & child neurology*.
- Serel Arslan, S., Demir, N., & Karaduman, A. (2017). Effect of a new treatment protocol called functional chewing training on chewing function in children with cerebral palsy : a double blind randomised controlled trial. *Journal of oral rehabilitation*, 43-50.
- Serel Arslan, S., Demir, N., Barak Dolgun , A., & Karaduman , A. (2016). Development of a new instrument for determining the level of chewing function in children. *Journal of oral rehabilitation*, 488-495.
- Tchouata, L., Lapras, J., Mazzola, L., & Convers, P. (2016). Epilepsie à l'alimentation : un cas . *Neurophysiologie clinique*, 105.
- Van Den Hengel Hoek , L., Knuijt, S., Van Gerven, M., Lagarde, M., Groothuis, J., De Groot , I., & Janssen, M. (2017). The 6-min mastication test: a unique test to assess endurance of continuous chewing, normal values, reliability, reproducibility and usability in patients with mitochondrial disease. *Journal of oral rehabilitation*, 155-162.
- Woda, A., Mishellany, A., & Peyron, M. (2005). Régulation de la fonction masticatrice et la formation du bol alimentaire. *Information dentaire*.