



HAL
open science

Influence des séquences d'éruption canine/prémolaire lors du passage de la denture mixte à la denture adolescente jeune sur l'agencement intra et inter-arcade

Stéphanie Montagne

► **To cite this version:**

Stéphanie Montagne. Influence des séquences d'éruption canine/prémolaire lors du passage de la denture mixte à la denture adolescente jeune sur l'agencement intra et inter-arcade. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02414825

HAL Id: dumas-02414825

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02414825>

Submitted on 16 Dec 2019

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.



UNIVERSITÉ
PARIS
DESCARTES

MEMBRE DE

U-PC
Université Sorbonne
Paris Cité

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2019

N° 053

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 03 juillet 2019

Par

Stéphanie MONTAGNE

Influence des séquences d'éruption canine/prémolaire lors du passage de la denture mixte à la denture adolescente jeune sur l'agencement intra et inter-arcade

Dirigée par M. le Docteur Frédéric Courson

JURY

M. le Professeur Laurent Pierrisnard

Président

M. le Docteur Frédéric Courson

Assesseur

M. le Docteur Nathan Moreau

Assesseur

Mme le Docteur Anne-Laure Bonnet

Assesseur

Mme le Docteur Anne-Sophie Porot

Invité



Tableau des enseignants de la Faculté

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme DAVIT-BÉAL Mme DURSUN Mme VITAL	M. COURSON Mme JEGAT Mme SMAIL-FAUGERON Mme VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE		Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN Mme LE NORCY
	PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	Mme FOLLIGUET M. PIRNAY	Mme GERMA M. TAVERNIER
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER Mme GOSSET	M. BIOSSE DUPLAN M. GUEZ
	CHIRURGIE ORALE	M. MAMAN Mme RADOI	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. MOREAU M. NGUYEN
	BIOLOGIE ORALE	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme SÉGUIER Mme POLIARD	M. ARRETO Mme BARDET (MCF) Mme CHARDIN M. FERRE M. LE MAY
3. RÉHABILITATION ORALE	DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE	Mme BOUKPESSI Mme CHEMLA	Mme BERÈS Mme BESNAULT M. BONTE Mme COLLIGNON M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSES		M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TIRLET M. TRAMBA Mme WULFMAN
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIEAUX	M. SALMON	M. ATTAL Mme BENBELAID Mme BENOÎT A LA GUILLAUME (MCF) M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON CHABOUIS Mme MANGIONE Mme TILOTTA
	PROFESSEURS ÉMÉRITES	M. BÉRENHOLC Mme BRION M. LASFARGUES M. LAUTROU M. LEVY	M. PELLAT M. PIERRISNARD M. SAFFAR Mme WOLIKOW
<i>Mise à jour le 23 avril 2019</i>			

Remerciements

À M. le Professeur Laurent Pierrisnard

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Docteur en Sciences odontologiques

Habilité à Diriger des Recherches

Professeur émérite

Un grand merci au professeur de Bretonneau plein de patience et de bienveillance, à l'artisan de provisoires miracles, au philosophe sociétal, au guide Sétois, au sensible cycliste sportif, et au futur ébéniste à la force tranquille. Que le temps me donne raison pour continuer de te compter parmi mes amis.

À M. le Docteur Frédéric Courson

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Pierre et Marie Curie

Habilité à Diriger des Recherches

Maître de conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Je vous remercie de votre confiance, de vos encouragements constants qui m'aident à être plus exigeante dans mon travail et mes ambitions pour m'améliorer. Je vous remercie de votre soutien sans faille et de votre gentillesse, qui permettent à vos étudiants de s'épanouir dans la pédagogie dont vous savez faire preuve, et dont j'ai eu la chance de bénéficier. J'espère pouvoir apprendre encore longtemps de vous, professionnellement et humainement.

À M. le Docteur Nathan Moreau

Docteur en Chirurgie dentaire

Spécialiste qualifié en Chirurgie orale

Ancien Interne des Hôpitaux

Docteur de l'Université Pierre et Marie Curie

Maître de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Lauréat de l'Académie nationale de Chirurgie dentaire

Je te remercie d'avoir accepté de siéger au sein de mon jury. Je suis admirative de l'implication dont tu fais preuve pour transmettre ton savoir aux étudiants, ainsi que dans la quête de la juste connaissance.

À Mme le Docteur Anne-Laure Bonnet

Docteur en Chirurgie dentaire

Spécialiste qualifiée en Médecine bucco-dentaire

Ancien Interne des Hôpitaux

Assistant Hospitalo-Universitaire, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger au sein de mon jury. Je vous en suis très reconnaissante. Je vous prie, Madame le Docteur, de croire en l'assurance de ma respectueuse considération.

À Mme le Docteur Anne-Sophie Porot

Docteur en Chirurgie dentaire

Assistant Hospitalo-Universitaire, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Je te remercie beaucoup d'avoir accepté de participer à mon jury de thèse d'exercice. Je te remercie également de toujours être présente dès que l'on a besoin d'aide, d'apporter toujours des conseils précieux, et je te remercie de ta joyeuse humeur communicative, qui apporte le sourire dans toutes les situations.

À mes parents.

À ma mère, pour avoir enraciné solidement et brillamment les fondations de la personne que je devais devenir, alors que la vie nous a rendu le sol parfois si meuble. À mon père, pour avoir continué d'édifier, et permis même d'épanouir, l'adulte que je suis devenue : indépendante et pleine de ressources. Grâce à vous, je sais m'adapter aux différentes saisons de la vie, belles comme difficiles. Il n'y avait pas plus belles preuves d'amour de votre part que de m'avoir aidée à me construire à cet effet.

A mes grands-parents.

A votre amour et votre tendresse. A l'exemple du couple que vous étiez pour moi. A votre bienveillance, votre persévérance. Aux valeurs familiales que vous m'avez transmises, ensemble.

À Tristan, pour l'homme exceptionnel que tu es, et que j'aime. Qui me comprend, presque tout le temps, et ne cesse de toujours viser à s'améliorer, pour nous. Je te remercie de tout mon cœur.

À ma famille que je chéris. Domitille, Ophélie, Adélie, Adrien, Olivier, Edouard, Géraldine, Bénédicte, Elisabeth, Marie, Matthieu, Jean-Baptiste, Maria, Marion, Anne, Magali, Doudou, Jackie, Gabin, et tous ceux qui seront bientôt assez grands pour nos cargolades.

A Daniel : merci pour toi, pour nos conversations spirituelles, nos remises en question sociétales.

A Isabelle et Antoine, pour m'avoir accueillie avec autant de douceur et de gentillesse.

A Sophie et Justine, pour m'avoir appris la complexité de la vie familiale.

Aux Enthoven, merci de m'avoir ouvert les portes de votre famille, d'avoir pu partager tous ces beaux moments avec vous : ils seront à jamais gravés dans mon cœur.

À Sara, toi la belle âme que j'ai eue la chance de rencontrer. Puisseons-nous toujours continuer de nous soutenir avec excentricité, sensibilité et affection. Pour toujours mon petit baobab.

À Clémence, pour ton soutien et ta joie de vivre. A Diane, pour ta sincérité et ta bienveillance. Merci pour ces roses de l'amitié qui se sont épanouies en pleine route de ronces.

À Alix, ma BDC, Binôme De Cœur. Merci de ton soutien, de ton ouverture d'esprit, de m'avoir beaucoup appris et apportée scolairement mais surtout humainement.

À Floriane, pour ton franc-parler et ta belle détermination, et Alexandra, pour ta douceur et ton empathie.

À Louise, tu seras toujours spéciale à mes yeux, ma « 1ère amie de la France », alors que je débarquais sur cette terre hostile.

Aux autres DG Gangsta : merci.

A mes Tweedledee et Tweedledum : Matthieu mon grand adversaire de débats, et Mathieu pour ta bonne humeur constante. À Tati, mon rayon de soleil pour chaque virée Biumesque.

À Émilie, un exemple dans la quête de sens de la vie, et Pierre, pour aller au bout de ses rêves. À Claire, pour ta gentillesse : que la vie ne l'entache pas. À Agathe, pour nous avoir soudés par la création de souvenirs précieux rétais.

À Jules et Pierga : pour des souvenirs qui appartiennent à un passé empli de candeur.

À Daniela, qui d'une collègue à la rigueur professionnelle impressionnante, est devenue une amie de cœur.

À Charlotte, merci pour tous ces rires qui résonnent encore avec affection dans mon cœur.

À Violaine, pour ta gentillesse, ta douceur, ta rigueur et ta volonté de transmettre. Merci de me donner envie de toujours faire au mieux, pour les autres et pour soi.

A mes belles rencontres de l'hôpital et de la fac : à Hélène pour ta générosité et ton écoute, à Elissa, à Tidiane un binôme toujours présent et bienveillant, aux professeurs et étudiants de Bretonneau que j'affectionne beaucoup, aux autres aussi que je ne nomme pas.

Aux amis de Tristan, qui m'ont ouvert les bras avec bienveillance : Cyril, Elisa, Aurélie, Florent, Noémie, Constance, Marine, Pierre-Guillaume, Anne-Claire, les Quentins, Marine, David, Vincent, Capucine.

À tous ceux qui, à défaut d'être inscrits sur papier, le sont dans mon cœur, je ne vous oublierai pas - dans ce dernier du moins.

À Pampan et Zaïn, qui veillent sur moi, là-haut et ici-bas.

Table des matières

INTRODUCTION	2
1 : LES DIFFERENTES SEQUENCES D'ERUPTION : NORMALITE	3
1.1 DES NORMES VARIABLES EN FONCTION DE LA TECHNIQUE D'ETUDE UTILISEE.....	3
1.2 LES MEDIANES ET MOYENNES D'AGES D'ERUPTION	4
1.3. LES MATRICES ET FREQUENCES D'AGES D'ERUPTION	9
1.4. VARIATIONS DE SEQUENCES AU SEIN D'UN MEME QUADRANT	12
2 : LES DIFFERENTES PARAMETRES AYANT UNE INFLUENCE SUR LES SEQUENCES D'ERUPTION	13
2.1. LES PARAMETRES D'ORIGINE GENERALE	13
2.1.1. <i>Le sexe</i>	13
2.1.2. <i>L'origine ethnique et géographique</i>	17
2.1.3. <i>Les affections systémiques à l'origine des conséquences dentaires</i>	19
2.1.4. <i>Génétique et hérédité</i>	20
2.2. LES PARAMETRES D'ORIGINE LOCALISEE/DENTAIRE.....	24
2.2.1 <i>Formation dentaire</i>	24
2.2.2 <i>Eruption dentaire : le rôle moléculaire, d'innervation</i>	25
2.2.3 <i>Caries et extraction des dents temporaires</i>	28
2.2.4 <i>Agénésie</i>	30
2.2.5 <i>Rotation et malpositions dentaires</i>	30
2.2.6 <i>Classe d'Angle</i>	32
3 : L'INTERCEPTION DES MALOCCLUSIONS DENTAIRES	37
3.1. LEEWAY ET DYSHARMONIE DENTO-MAXILLAIRE : UN DIAGNOSTIC POUR UNE PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE OPTIMALE ..	37
3.1.1. <i>Leeway et influence des séquences d'éruption dans l'espace disponible</i>	37
3.1.2. <i>Maintien du leeway et thérapeutiques selon la présence ou non de dysharmonie dento-maxillaire</i> ..	43
3.2. SEQUENCE D'ERUPTION, INFLUENCE ET TRAITEMENT SELON LA CLASSE SQUELETTIQUE ET LA TYPOLOGIE DE CROISSANCE	45
3.3. LA SEQUENCE D'ERUPTION DE C, PM1 ET PM2 : UN ENJEU ET ROLE DETERMINANTS EN ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE	46
CONCLUSION	47
BIBLIOGRAPHIE	48
TABLE DES FIGURES	50
TABLE DES TABLEAUX	51

Introduction

Le passage de la denture mixte stable à la denture adolescente jeune est une étape clé dans l'établissement de la future occlusion inter-arcade. En effet, cette transition peut plus ou moins conserver le « Leeway » en fonction des séquences d'éruption. Ces séquences d'éruptions des canines, 1^{ères} et 2^{èmes} prémolaires varient selon les arcades, maxillaire ou mandibule - sous l'influence de nombreux paramètres. Elles peuvent être importantes surtout pour les patients avec une dysharmonie dento-maxillaire présente (DDM).

Selon l'ordre d'apparition de ces dents permanentes, les relations intra-arcade et inter-arcades peuvent être donc différentes, et des conséquences dento-alvéolaires peuvent apparaître. L'apparition de la canine (C) avant les prémolaires (PM1-PM2) ou des prémolaires avant la canine modifie-t-elle réellement ces relations intra et/ou inter-arcades ?

Le but de ce travail est donc d'établir une revue de la littérature de la chronologie d'éruption, et d'analyser si la séquence d'éruption peut réellement influencer les relations intra et inter-arcade. D'un point de vue thérapeutique, agir sur ces séquences d'éruptions peut-il nous aider à favoriser une relation occlusale favorable ?

1 : Les différentes séquences d'éruption : normalité

1.1 Des normes variables en fonction de la technique d'étude utilisée

L'étude de l'éruption des dents permanentes est généralement basée sur des méthodes statistiques. De nombreuses méthodes statistiques déduisent la répartition des âges d'éruption dans le temps au sein d'intervalles d'âge d'éruption. Ces déductions peuvent donc mener à des biais, et de récentes études se basent sur des méthodes statistiques sans déduction précipitée sur la répartition de ces âges d'éruption au cours du temps.

Selon les évaluations statistiques, l'ordre d'apparition des canines, 1ères prémolaires et 2èmes prémolaires, ainsi que leurs âges d'éruption, peuvent différer.

Dans la grande majorité des études, le critère d'éruption choisi pour définir le moment d'éruption des dents permanentes est un critère d'apparition en bouche. C'est l'apparition en bouche d'une des cuspides de la dent permanente étudiée qui est retenu comme critère (et non la visibilité de la surface occlusale complète, ou sa mise en occlusion avec l'arcade antagoniste).

L'approche¹ la plus simple pour étudier l'éruption est d'utiliser les médianes et moyennes d'âges d'éruption de ces dents - ce que font la plupart des études.

Lors de l'étude de la chronologie d'éruption, ces médianes et moyennes d'âges d'éruption de chacune des dents étudiées sont donc à mettre en relation entre elles. Elles nous permettent ainsi d'établir des ordres d'apparition en bouche des dents étudiées (soit : canine – 1^{ère} prémolaire – 2^{ème} prémolaire, PM1 – PM2-C, PM1-C-PM2, C-PM2-PM1, PM2-C-PM1, etc.) – aussi appelées séquences d'éruption – ainsi que d'établir des fréquences d'apparition de ces séquences au sein des populations.

Cependant ce modèle basé sur les médianes et moyennes, ne renseigne pas de manière directe sur les fréquences de variabilité de ces séquences d'éruption au sein des populations.

Ces fréquences permettent de juger du degré d'anormalité d'une séquence par rapport à une autre, qui serait plus commune, et d'anticiper éventuellement un problème de malocclusion à venir.

De plus, un modèle basé sur les médianes peut biaiser les âges d'éruption trouvés, excluant ainsi toutes les autres valeurs situées entre les intervalles des minimales et maximales.

¹Devraj, Bhojraj, et Narayanappa, « Polymorphism in the eruption sequence of primary dentition : a cross-sectional study ».

La seconde approche est donc de juger cette fréquence d'apparition à l'aide de matrices. Cela permet d'avoir une approche bi directionnelle de l'ordre d'éruption (en comparant deux dents entre elles au sein d'un même quadrant) via une méthode d'observation présent-absent, et absent-présent. Cette méthode ne prend pourtant pas en considération l'apparition des autres dents.

Cette méthode permet également de mettre en évidence la fréquence d'apparition des polymorphismes d'éruption².

La troisième approche serait donc d'exprimer les variations de séquence d'éruption de l'ensemble des dents au sein d'un même quadrant.

L'étude de la séquence d'éruption permettrait ainsi une prise en charge adaptée et personnalisée, selon l'ordre d'apparition des dents, dans une optique de maintien de l'espace et/ou de prévention optimale des malocclusions.

Il est important de connaître et d'utiliser la méthode la plus adaptée à la population sur laquelle on va travailler, afin de permettre la prise en charge la plus efficace dans la correction de ces malocclusions, désordres d'origine dento-alvéolaire, squelettique, avec parfois l'utilisation de tractions extra-orales, ou de techniques orthodontico-chirurgicales.³⁴

1.2 Les médianes et moyennes d'âges d'éruption

Les âges médians représentent « l'âge à partir duquel 50 % des enfants ont une forte chance d'avoir eu leur éruption dentaire⁵ » Ils sont préférés aux moyennes, qui indiquent moins bien la distribution des âges dentaires autour de l'âge choisi, et ne reflètent pas les éventuelles asymétries pouvant exister de part et d'autre de l'âge moyen d'éruption trouvé.

Cependant d'autres facteurs doivent être pris en considération lors de la réalisation d'une médiane ; les antécédents de caries, d'extractions, d'ankyloses, les habitudes hygiéno-diététiques, l'architecture anatomique dentaire, et la puberté retardée pouvant avoir une influence sur les valeurs trouvées.

²Diamanti et Townsend, « New standards for permanent tooth emergence in Australian children », *Australian dental journal* 48, n° 1 (2003): 39- 42; quiz 69.

³Kelmendi et al., « Dental age estimation using four Demirjian's, Chaillet's and Willems' methods in Kosovar children ».

⁴Demirjian, Goldstein, et Tanner, « A new system of dental age assessment ».

⁵Dahlberg et Menegaz-Bock, « Emergence of the permanent teeth in Pima Indian children ».

Un autre facteur permettant la comparaison au sein des études, est d'évaluer l'origine des études données ; s'agit-il d'études longitudinales ou transversales à un instant t. Le niveau de preuve de ces études n'étant pas le même.

En effet, il devrait être possible de comparer les médianes issues d'une étude transversale avec celles des études longitudinales, sans s'inquiéter d'éventuels biais. Bien que théoriquement envisageable, l'application s'avère cependant difficile : les études longitudinales ne possédant pas un échantillon de population aussi conséquent que les études transversales.

Ainsi, on observe une différence allant jusqu'à 6 mois d'éruption plus tardive pour les études longitudinales par rapport aux études transversales.⁶

Cependant, les études longitudinales semblent être préférées car elles apporteraient une meilleure idée de la répartition de l'éruption dentaire au cours du temps.

Au sein de ces études longitudinales, deux biais majeurs existent lorsqu'on tente d'estimer l'âge dentaire d'éruption.

Tout d'abord, l'observateur ne pouvant voir la dent qu'après qu'elle soit arrivée en bouche et jamais avant, ce sont des études qui peuvent être biaisées avec des âges dentaires d'éruption surestimés. Cette surestimation se fait si l'on pose comme âge d'éruption, l'âge que possède l'enfant lors du rendez-vous en observant la dent en bouche.

La meilleure façon de corriger ce biais de surestimation, est de retirer la moitié du temps d'intervalle entre deux rendez-vous – avec le rendez-vous précédent où la dent était absente en bouche, et le rendez-vous où l'on constate pour la 1^{ère} fois l'apparition de la dent. C'est le cas notamment des enfants danois⁷, pour qui l'âge d'éruption est choisi comme étant le milieu de l'intervalle d'un an entre deux rendez-vous.

Bien que cette technique soit appropriée et sensible pour les bons intervalles, cette dernière peut introduire des biais par contre.

De ce fait, si l'on choisit cette médiane d'intervalles comme date de référence d'éruption, la 2^{ème} erreur créée est, selon les données récoltées, le fait que deux dents puissent apparaître exactement au même moment en bouche (ou avec une différence d'un ou deux ans.)

Cette estimation de médiane d'éruption ne correspond donc pas à la réalité biologique.⁸

⁶ Dahlberg et Menegaz-Bock.

⁷Parner et al., « A longitudinal study of time trends in the eruption of permanent teeth in Danish children ».

⁸Parner et al., « Biological interpretation of the correlation of emergence times of permanent teeth ».

L'erreur dans la détermination des médianes d'éruption des dents permanentes peut aller de 9 % à 57 %, avec un biais médian situé à 40 %. Ce dernier réside dans le choix d'apparition d'une cuspidé de dent permanente comme critère d'éruption.

De ce fait, la médiane des âges d'éruption n'est pas un outil complet dans l'étude des temps d'émergence des dents, tout comme ne le sont pas les intervalles d'apparition des dents permanentes. En effet, on parle de biais intervalle-dépendant, l'intervalle d'erreur entre lequel la dent est absente en bouche et celui où l'on voit une de ses cuspidés présentes.

Ces intervalles d'éruption suivraient par convenance une « courbe Gaussienne à deux dimensions », pour chaque dent, selon Parner et al.⁹

Certaines dents (notamment les canines et les prémolaires) ont en effet leurs intervalles d'éruption qui se chevauchent. C'est donc plus particulièrement pour ces dents-là, que chaque courbe de Gauss devrait être comparée aux autres. Cela permettrait ainsi d'établir plus justement la séquence d'éruption de ces dents entre elles, les médianes d'éruption, les déviations éventuelles aux âges normaux médians, etc.¹⁰

Dans certains cas, un biais intervalle-dépendant supplémentaire s'ajoute. Ce dernier correspond aux extrémités des intervalles – c'est-à-dire les dents sorties soit beaucoup trop tôt ou soit trop tard, et qui peuvent automatiquement être rejetées par les algorithmes choisis.

Ainsi, pour réduire l'impact de ces données extrêmes, des médianes d'éruption pré-établies vont être utilisées pour paramétrer les algorithmes. C'est l'utilisation de ces données pré-établies qui peut influencer les conclusions finales.¹¹

⁹ Parner et al.

¹⁰ Parner et al.

¹¹ Parner et al.

Tableau 1 : Les âges médians d'éruption des dents permanentes en fonction du type d'études (longitudinales ou transversales.) C = Canine –PM₁ = 1^{ère} prémolaire - PM₂ = 2^{ème} prémolaire

Médianess	Etudes longitudinales							
	Maxillaires				Mandibule			
	C	PM1	PM2	Séquence	C	PM1	PM2	Séquence
Médiane ♂	11,72	10,63	11,52	PM1-PM2-C	10,94	10,99	11,82	C/PM1-PM2
Médiane ♀	11,1	10,23	11,16	PM1-C-PM2	10,1	10,49	11,21	C-PM1-PM2
	Etudes transversales							
	Maxillaires				Mandibule			
	C	PM1	PM2	Séquence	C	PM1	PM2	Séquence
Médiane ♂	11,40	10,22	11,05	PM1-PM2-C	10,48	10,7	11,49	C-PM1-PM2
Médiane ♀	10,77	9,82	10,72	PM1-PM2/C	9,6	10,13	10,96	C-PM1-PM2
	Différences des moyennes entre Etudes longitudinales et transversales							
	C	PM1	PM2	-	C	PM1	PM2	-
Différence ♂	0.32	0.41	0.47	-	0.46	0.29	0.33	-
Différence Filles♀	0.33	0.41	0.44	-	0.5	0.36	0.25	-

Source : Dahlberg et Menegaz-Bock, « Emergence of the permanent teeth in Pima Indian children : a critical analysis of method and an estimate of population parameters », 1958.

Chez les garçons, toute origine confondue, au maxillaire, au sein des études transversales, la médiane d'ordre d'apparition des dents pour les garçons au maxillaire est Pm1 – Pm2 – C.¹² Cet ordre d'éruption trouvé est issu des moyennes des âges d'éruption, calculées à partir de l'ensemble des âges des études du tableau (tableau 1).

On doit cependant observer qu'au sein de ce tableau d'études transversales, la majorité des études sont réalisées sur des enfants d'origine caucasienne. Ces résultats sont donc plus représentatifs de cette origine.

Ce même ordre moyen peut donc être en contradiction avec ce que l'on peut observer ponctuellement au sein d'une des études. Ainsi, bien que la majorité des garçons (d'origine amérindienne navajo et maya, indienne de Pima, anglaise, américaine) présentent un ordre d'éruption au maxillaire – PM1– PM2 – C, en prenant chaque étude individuellement, on peut trouver des résultats différents.

¹²Dahlberg et Menegaz-Bock, « Emergence of the permanent teeth in Pima Indian children ».

En effet, au sein des études sur les garçons d'origine afro-américaine, ceux d'origine américaine mais issus de l'étude Hellman, et ceux d'origine anglaise issus de l'étude de Clements, l'ordre d'éruption est Pm1 - C - PM2.

Un autre polymorphisme d'éruption se retrouve chez les enfants d'origine turque, avec la canine apparaissant après la 2^{ème} molaire¹³.

Cette étude sert malgré tout ici de référence pour les séquences d'éruption, puisqu'elle regroupe les données de plusieurs études, et est ainsi plus représentative.

La différence des moyennes d'éruption - entre celles calculées au sein des études longitudinales par rapport à celles calculées à partir des études transversales – est de plus ou moins 6 mois.

On retrouve donc 0,41 an de plus pour les canines, 0,47 an de plus pour les 2^{èmes} prémolaires et 0,32 an de plus pour les 2^{èmes} prémolaires, dans les études longitudinales, chez les garçons.

Chez les filles, toute origine confondue, au maxillaire, au sein des études transversales, l'ordre d'apparition des dents pour les filles au maxillaire est identique à celui des garçons, soit PM1, PM2, C, avec toutefois avec un âge très rapproché d'éruption pour les canines et 2^{èmes} prémolaires maxillaires dans les études transversales.¹⁴ Cette séquence se voit cependant modifiée au sein des études longitudinales, inversant ainsi les canines et 2^{èmes} prémolaires dans l'ordre d'apparition chez les filles.

A la mandibule, au sein des études transversales, les ordres d'apparition des dents permanentes à la mandibule pour les filles comme pour les garçons est : canine, 1^{ère} prémolaire, 2^{ème} prémolaire (C, PM1, PM2.)

Il n'existe pas de différences significatives de temps d'éruption entre le côté droit et le côté gauche pour les dents permanentes - mandibulaires comme maxillaires.¹⁵¹⁶¹⁷

En effet, les différences constatées entre les âges médians d'éruption des dents contro-latérales sont assez faibles et n'excèdent pas 1,5 mois dans chacun des groupes. Cependant, dans certains cas, ces différences sont statistiquement significatives. C'est le cas de 15 à 31 % des enfants examinés, qui présentent une asymétrie d'éruption, et où une différence de plus d'un an peut s'observer entre le côté gauche et le côté droit pour les canines, les prémolaires (et les incisives latérales.) Ainsi, l'émergence symétrique n'est pas toujours observée à l'échelle individuelle, mais lorsque celle-ci est comparé à l'âge médian d'éruption, la symétrie semble respectée.

¹³Bayrak et al., « Timing of permanent teeth eruption in Turkish children ».

¹⁴Dahlberg et Menegaz-Bock, « Emergence of the permanent teeth in Pima Indian children: a critical analysis of method and an estimate of population parameters ».

¹⁵Bayrak et al., « Timing of permanent teeth eruption in Turkish children ».

¹⁶Leroy et al., « The emergence of permanent teeth in Flemish children ».

¹⁷Khan, « Eruption time of permanent teeth in Pakistani children ».

Les dents mandibulaires apparaissent en bouche de façon toujours plus précoce que leurs antagonistes – pour les deux sexes – soit :

- 9 à 15 mois en avance pour les incisives et canines et,
- 5 mois en avance pour les prémolaires maxillaires et mandibulaires

Dans le cas de l'émergence des dents permanentes dans la population australienne¹⁸, l'utilisation supplémentaire des percentiles 5 % et 95 %, permettent ainsi de cibler les intervalles à étudier au sein des 90 % significatifs et d'en déduire la médiane au sein de ces 90 %. Ainsi, au sein de cette étude, les 2^{ndes} prémolaires, les molaires, et les canines maxillaires semblaient être les dernières à sortir en bouche.

Cette avance se retrouve confirmée de façon généralisée¹⁹, et statistiquement significative, bien que des variables existent liées aux particularités régionales et ethniques.

1.3. Les matrices et fréquences d'âges d'éruption

Cette méthode permet de mettre en évidence la fréquence d'apparition des polymorphismes d'éruption²⁰. En effet, le modèle basé sur les médianes des âges d'éruption peut s'avérer insuffisant pour conclure sur les fréquences des séquences, et leurs variabilités.

Ainsi, lorsqu'une séquence inhabituelle est observée sur un enfant, constater que cette dernière apparaît dans 0 %, 2 % ou 20 % des cas entraîne une perception différente de la part du praticien, puisque l'on passe d'une situation hors norme, à rare, puis, plus ou moins commune.

¹⁸Diamanti et Townsend, « New standards for permanent tooth emergence in Australian children ».

¹⁹Khan, « Eruption time of permanent teeth in Pakistani children ».

²⁰Diamanti et Townsend, « New standards for permanent tooth emergence in Australian children ».

Tableau 2 : Comparaison des moyennes Matrices présentant les fréquences d'âge d'éruption par paires de dents chez les enfants Australiens

P1 = 1ère prémolaire, C = canine, P2 = 2ème prémolaire

Males - Maxilla								Females - Maxilla							
	M ₁	I ₁	C	P ₁	C	P ₂	M ₂		M ₁	I ₁	I ₂	P ₁	C	P ₂	M ₂
M ₁		(687) 92	(1478) 99	(3372) 100	(3766) 100	(3916) 100	(4409) 100	M ₁		(618) 89	(1288) 98	(2987) 100	(3302) 100	(3605) 100	(4089) 100
I ₁	8		(887) 99	(2800) 100	(3187) 100	(3338) 100	(3819) 100	I ₁	11		(766) 99	(2490) 100	(2804) 100	(3111) 100	(3572) 100
I ₂	1	1		(2000) 98	(2372) 99	(2521) 99	(2997) 99	I ₂	2	1		(1847) 91	(2156) 97	(2444) 98	(2896) 98
P ₁	0	0	2		(528) 87	(600) 95	(1104) 96	P ₁	0	0	3		(488) 82	(663) 97	(1151) 97
C	0	0	1	13		(521) 65	(837) 88	C	0	0	3	18		(626) 74	(968) 89
P ₂	0	0	1	5	35		(706) 84	P ₂	0	0	2	3	26		(743) 81
M ₂	0	0	1	4	13	16		M ₂	0	0	2	3	11	19	

Males - Mandible								Females - Mandible							
	M ₁	I ₁	I ₂	C	P ₁	P ₂	M ₂		M ₁	I ₁	I ₂	C	P ₁	P ₂	M ₂
M ₁		(445) 48	(945) 97	(3239) 100	(3332) 100	(4015) 100	(4077) 100	M ₁		(407) 44	(862) 96	(2633) 100	(2959) 100	(3703) 100	(3788) 100
I ₁	52		(924) 99	(3252) 100	(3347) 100	(4033) 100	(4085) 100	I ₁	56		(870) 99	(2782) 100	(3011) 100	(3757) 100	(3833) 100
I ₂	3	1		(2360) 100	(2453) 100	(3137) 100	(3192) 100	I ₂	4	1		(1844) 99	(2268) 99	(2908) 100	(2888) 100
C	0	0	0		(354) 63	(838) 97	(927) 95	C	0	0	1		(439) 88	(1112) 98	(1202) 98
P ₁	0	0	1	37		(721) 98	(858) 93	P ₁	0	0	1	12		(775) 98	(913) 95
P ₂	0	0	0	3	2		(561) 54	P ₂	0	0	0	2	2		(578) 56
M ₂	0	0	0	5	7	46		M ₂	0	0	0	2	5	44	

The vertical column indicates the first tooth of a sequence to erupt
The horizontal column indicates the second tooth of a sequence to erupt

Fig 1. Matrices presenting frequencies of tooth-pair emergence sequences in Australian children (rounded to the nearest whole number). Total N for each tooth pair appears only once, in parentheses above the diagonal. For example, of males, 92 per cent displayed M'I' and 8 per cent displayed I'M'.

Source : Diamanti et Townsend, « New Standards for permanent tooth emergence in Australian children », 2003.

Tableau 3 : Matrices présentant les fréquences d'âge d'éruption par paires de dents chez les enfants Australiens au maxillaire.

P1 = 1ère prémolaire, C = canine, P2 = 2ème prémolaire

Garçons/Filles	C	PM1	PM2
C	—	13%/18%	65%/74%
PM1	87%/82%	-	95%/97%
PM2	5%/26%	35%/3%	-

Source : Diamanti et Townsend, « New standards for permanent tooth emergence in Australian children », 2003.

Le polymorphisme le plus fréquent observé est celui de la canine et de la 2nde prémolaire maxillaires pour les deux sexes.

Au maxillaire :

- La 1^{ère} prémolaire précède la canine dans 87 % des cas chez les garçons contre 82 % chez les filles.
- La canine précède quant à elle la 2nde prémolaire dans 65 % des cas chez les garçons, contre 74 % chez les filles.

Tableau 4 : Matrices présentant les fréquences d'âge d'éruption par paires de dents chez les enfants Australiens à la mandibule

P₁ = 1^{ère} prémolaire, C = canine, P₂ = 2^{ème} prémolaire

Garçons / Filles	C	PM1	PM2
C	–	63 % / 88 %	97 % / 98 %
PM1	37 % / 12 %	-	98 %
PM2	35 % / 26 %	2 %	-

Source : Diamanti et Townsend, « New Standards for permanent tooth emergence in Australian children », 2003.

A la mandibule, la canine, la 1^{ère} prémolaire et la 2^{ème} prémolaire semblent, quant à elles, présenter le polymorphisme le plus fréquent.²¹

En effet, on peut observer que :

- c'est la canine qui précède la 1^{ère} prémolaire chez les garçons dans 63 % des cas, et chez les filles dans 88 % des cas.
- Et la 1^{ère} prémolaire précède la 2nde prémolaire dans 98 % des cas pour les garçons comme les filles. La canine précède quasiment toujours la PM2.

Ainsi, la fréquence d'apparition des séquences C-PM1 et C-PM2 diffèrent selon le sexe, et selon l'arcade.

Grâce à sa méthode binaire de collecte des données, et la simplicité pour tout dentiste de faire cette dernière, les erreurs sont le plus souvent minimisées.

²¹Diamanti et Townsend.

On ne peut cependant pas conclure que l'ordre d'éruption est au maxillaire : 1^{ère} prémolaire-canine-2^{nde} prémolaire au maxillaire pour les garçons par exemple, les ordres d'émergence étant déterminé pour des paires de dents et non un quadrant ; indiquant ici la limite de la méthode.

Les limitations de cette méthode résident dans son aspect bidirectionnel, soit la présence ou l'absence des dents étudiées. Ainsi, lorsque deux dents sont absentes au moment de l'observation, il n'est pas possible de déterminer laquelle des dents fera son émergence en premier, tout comme il n'est pas possible de déterminer laquelle des dents a fait son éruption en premier lorsqu'on constate deux dents présentes sur arcade.

Voilà pourquoi il s'agit surtout d'une approche qui est préférée dans le cadre d'études transversales, où les enfants ne sont examinés qu'une fois.

Cependant, le nombre de dents présentes influe également cette prise de données. Dans le cas d'un enfant ayant 11-12-13-14-15-16 présentes en bouche, les seules paires de séquences présent-absent pouvant ainsi être étudiées sont 11-17, 12-17, 13-17, 14-17,15-17, et 16-17, d'où l'importance de l'âge auquel sont prises ces données.²²

Les autres erreurs possibles dans la mise en évidence de dents absentes via la méthode des matrices sont liées à des erreurs de prise de données, ou liées à des extractions d'origine orthodontique ou pas.

1.4. Variations de séquences au sein d'un même quadrant

Cette approche diffère de la précédente méthode en comparant les dents entre quadrants plutôt qu'entre paires de dents dans l'étude des séquences dentaires. Cette technique nécessite quant à elle le suivi fréquent des enfants sur une période suffisamment importante afin d'établir une fréquence de 7 dents et non de paires de dents.²³

²² Shaweesh, « Polymorphisms in sequence of permanent tooth emergence : a cross-sectional study on Jordanian children and adolescents ».

²³Shaweesh.

2 : Les différentes paramètres ayant une influence sur les séquences d'éruption

2.1. Les paramètres d'origine générale

Différents facteurs - à une échelle plus ou moins grande - semblent avoir un impact sur l'éruption et l'ordre d'apparition des canines, 1^{ères} et 2^{èmes} prémolaires, tels que des facteurs endocriniens, génétiques, dysmorphiques et environnementaux.

Ceux-ci se répartissent ainsi en deux groupes, d'une part, les facteurs exogènes (le sexe, l'origine ethnique et géographique, environnementale), et d'autre part les facteurs endogènes (d'origine systémique ou génétique, héréditaire ou acquise). Il semble pourtant que ce soient les facteurs endogènes qui aient la plus forte influence sur l'éruption dentaire.²⁴

2.1.1. Le sexe

Les filles et les garçons semblent présenter la même fréquence d'éruption au maxillaire (M1, IC, IL, PM1, PM2, C, M2), comme à la mandibule (M1, IC, IL, C, PM1, PM2, M2.)

Bien que l'ordre d'éruption soit similaire à la mandibule entre filles et garçons, ces dernières présentent cependant une précocité d'éruption des dents permanentes par rapport aux garçons, précocité significative pour les canines (maxillaires et mandibulaires) et les 1^{ères} prémolaires mandibulaires. De plus, les filles présentent un plus grand nombre de dents présentes en bouche que les garçons simultanément, ce qui peut avoir un impact sur le maintien de l'espace plus marqué pour ce sexe que le sexe opposé.

Cette avance est évaluée entre 1 à 13 mois par rapport aux garçons dans la population turque²⁵, et de 2 à 11 mois dans la population flamande²⁶, lorsque l'on compare les âges médians d'émergence.

Cette précocité se retrouve de façon généralisée dans la population australienne, turque, et flamande, et se retrouve confirmée dans la population australienne²⁷. Dans cette dernière, on trouve une avance de 4,5 mois au maxillaire des filles par rapport aux garçons, et de 5,3 mois à la mandibule. Ces données - bien que concordantes sur la précocité des filles - semblent ainsi également mettre en évidence des différences entre populations d'origine différentes.

²⁴ Shaweesh.

²⁵ Bayrak et al., « Timing of permanent teeth eruption in Turkish children ».

²⁶ Leroy et al., « The emergence of permanent teeth in Flemish children ».

²⁷ Diamanti et Townsend, « New standards for permanent tooth emergence in Australian children ».

La différence (significative soit supérieure à 0,001) pour l'ensemble des dents examinées entre les deux sexes la plus marquée se constate surtout pour les canines mandibulaires²⁸. Ainsi, on peut constater un écart allant jusqu'à un an de précocité des filles par rapport aux garçons pour la 43, observée au sein de la population flamande.

Au maxillaire dans la population turque, l'ordre d'éruption des dents permanentes s'avère quant à lui différent en fonction du sexe, contrairement à ce que l'on peut trouver précédemment.²⁹

Ainsi, de la 1^{ère} dent maxillaire permanente visible en bouche à la dernière à faire son éruption :

- Pour les filles turques on observe : M1, IC, IL, PM1, PM2, C, M2.
- Pour les garçons turques, l'ordre d'apparition diffère : M1, IC, IL, PM1, PM2, M2, C. Il existe donc une interversion entre la canine et la 2^{nde} molaire permanente ; avec la 2^{nde} molaire maxillaire permanente faisant son apparition avant la canine maxillaire, cette dernière étant ainsi la dernière à faire son éruption sur l'arcade maxillaire.³⁰

De plus, les garçons peuvent présenter une asymétrie d'éruption des 1^{ères} prémolaires maxillaires controlatérales significative.³¹

²⁸Leroy et al., « The emergence of permanent teeth in Flemish children ».

²⁹Bayrak et al., « Timing of permanent teeth eruption in Turkish children ».

³⁰Bayrak et al.

³¹Leroy et al., « The emergence of permanent teeth in Flemish children ».

Figure 1 : Comparaison des temps d'émergence des Incisives centrales, canines et 1ères prémolaires, entre les filles et les garçons, sous forme de courbe de probabilité, en fonction de l'âge

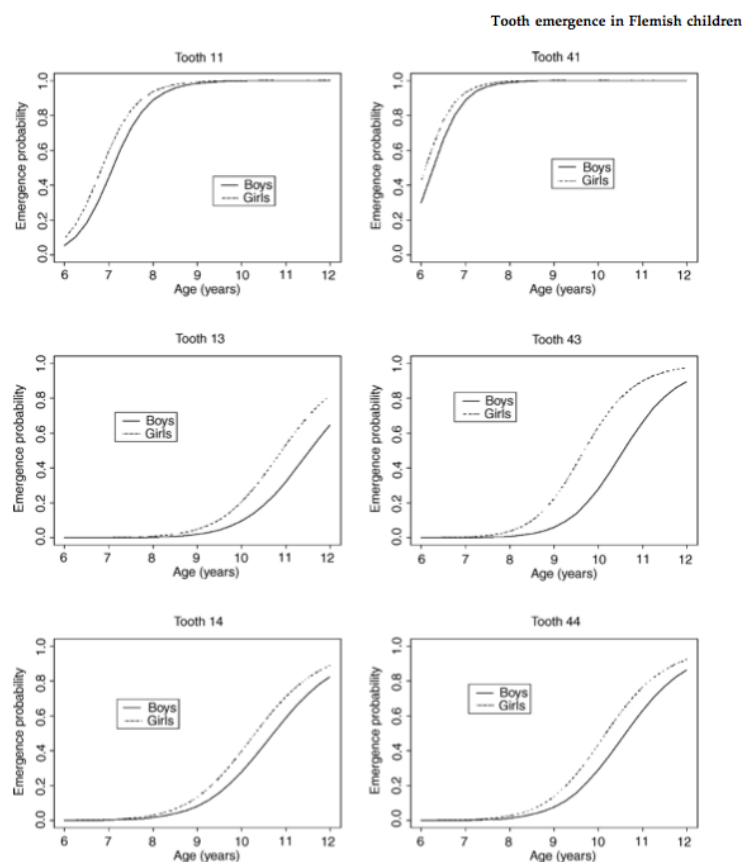


Fig.1. Emergence curves for the right maxillary and mandibular central incisors, canines and first premolars.

Source : Leroy et al., « The emergence of permanent teeth in Flemish children », 2003.

Différentes hypothèses tentent d'expliquer la précocité d'éruption chez le sexe féminin.³² Ainsi la puberté plus précoce chez les filles que chez les garçons, notamment due aux facteurs endocriniens, pourrait avoir une influence. Ces facteurs endocriniens sembleraient également être à l'origine d'une éruption plus rapprochée des dents permanentes – notamment de PM1, PM2 et C entre elles – dont on suspecte que cela expliquerait en partie une fréquence moindre des malocclusions observées chez les filles plutôt que chez les garçons.

Cette différence entre filles et garçons repose donc essentiellement sur la précocité d'émergence, bien que des séquences d'apparition diffèrent entre sexes au sein de certaines populations. C'est le cas notamment des enfants espagnols par exemple : soit PM1-PM2-C pour les garçons contre PM1-C-PM2 pour les filles.

Cette particularité laisse présager des spécificités ethniques d'expression de l'éruption.

³² Lo et Moyers, « Studies in the etiology and prevention of malocclusion ».

Tableau 5 : Table des âges d'émergence des dents permanentes (dont C-PM1-PM2) chez les enfants issus de la population flamande (avec médiane et Intervalle de confiance de 95 %.)

Leroy et al.

Table 2. Age (years) at emergence of the permanent teeth in Flemish children (median and 95% confidence interval)

Tooth		Boys		Girls		Gender difference	
		Median	95% CI	Median	95% CI	Δ	95% CI
Maxilla							
Central incisor	Left	7.08	(7.05, 7.12)	6.86	(6.82, 6.90)	0.23	(0.18, 0.29)
	Right	7.08	(7.05, 7.12)	6.85	(6.81, 6.89)	0.23	(0.19, 0.30)
Lateral incisor	Left	8.21	(8.17, 8.25)	7.83	(7.79, 7.87)	0.38	(0.33, 0.43)
	Right	8.25	(8.21, 8.29)	7.84	(7.80, 7.88)	0.41	(0.36, 0.47)
Canine	Left	11.50	(11.43, 11.56)	10.93	(10.87, 10.99)	0.57	(0.49, 0.67)
	Right	11.53	(11.47, 11.60)	10.91	(10.85, 10.97)	0.63	(0.54, 0.72)
First premolar	Left	10.65	(10.59, 10.72)	10.27	(10.21, 10.33)	0.38	(0.29, 0.47)
	Right	10.73	(10.66, 10.80)	10.31	(10.25, 10.36)	0.42	(0.32, 0.50)
Second premolar	Left	11.61	(11.52, 11.69)	11.24	(11.17, 11.32)	0.37	(0.22, 0.45)
	Right	11.62	(11.54, 11.70)	11.26	(11.18, 11.33)	0.36	(0.24, 0.46)
First molar	Left	6.30	(6.23, 6.37)	6.13	(6.04, 6.22)	0.17	(0.07, 0.29)
	Right	6.31	(6.25, 6.38)	6.14	(6.05, 6.22)	0.18	(0.09, 0.31)
Second molar	Left	12.22	(12.13, 12.31)	11.91	(11.83, 11.98)	0.31	(0.24, 0.46)
	Right	12.27	(12.18, 12.36)	11.95	(11.88, 12.02)	0.32	(0.23, 0.46)
Mandible							
Central incisor	Left	6.26	(6.19, 6.32)	6.11	(6.02, 6.20)	0.15	(0.09, 0.31)
	Right	6.27	(6.20, 6.33)	6.11	(6.02, 6.20)	0.16	(0.07, 0.29)
Lateral incisor	Left	7.37	(7.33, 7.41)	7.10	(7.06, 7.14)	0.27	(0.23, 0.33)
	Right	7.36	(7.32, 7.40)	7.07	(7.03, 7.11)	0.29	(0.24, 0.34)
Canine	Left	10.58	(10.53, 10.63)	9.69	(9.64, 9.74)	0.89	(0.82, 0.96)
	Right	10.57	(10.52, 10.62)	9.68	(9.64, 9.73)	0.89	(0.82, 0.96)
First premolar	Left	10.66	(10.60, 10.72)	10.18	(10.13, 10.24)	0.48	(0.39, 0.55)
	Right	10.62	(10.56, 10.68)	10.17	(10.12, 10.23)	0.44	(0.36, 0.52)
Second premolar	Left	11.74	(11.66, 11.83)	11.27	(11.20, 11.34)	0.48	(0.33, 0.55)
	Right	11.72	(11.64, 11.80)	11.28	(11.21, 11.35)	0.44	(0.32, 0.53)
First molar	Left	6.28	(6.21, 6.35)	6.10	(6.00, 6.19)	0.18	(0.15, 0.38)
	Right	6.33	(6.26, 6.39)	6.17	(6.09, 6.26)	0.15	(0.14, 0.36)
Second molar	Left	11.81	(11.75, 11.88)	11.43	(11.37, 11.49)	0.38	(0.33, 0.50)
	Right	11.90	(11.83, 11.97)	11.55	(11.48, 11.61)	0.35	(0.31, 0.49)

Δ represents difference in years.

Source : Leroy et al., « The emergence of permanent teeth in Flemish children », 2003.

Tableau 6 : Table des âges d'émergence des dents permanentes C-PM1-PM2 chez les enfants issus de la population flamande (médiane et intervalle de confiance de 95 %.)

	Garçons		Filles		Différence Sexe	
	Médiane	95% IC	Médiane	95% IC	N	95% IC
Maxillaire						
13	11.50	(11.43 ; 11.56)	10.93	(10.87 ; 10.99)	0.57	(0.49 ; 0.67)
23	11.53	(11.47 ; 11.60)	10.91	(10.85 ; 10.97)	0.63	(0.54 ; 0.72)
14	10.65	(10.59 ; 10.72)	10.27	(10.59 ; 10.72)	0.38	(0.29 ; 0.47)
24	10.73	(10.66 ; 10.80)	10.31	(10.66 ; 10.80)	0.42	(0.32 ; 0.50)
15	11.61	(11.52 ; 11.69)	11.24	(11.52 ; 11.69)	0.37	(0.22 ; 0.45)
25	11.62	(11.54 ; 11.70)	11.26	(11.54 ; 11.70)	0.36	(0.24 ; 0.46)
Mandibule						
43	10.58	(10.53 ; 10.63)	9.69	(9.64 ; 9.74)	0.89	(0.82 ; 0.96)
33	10.57	(10.52 ; 10.62)	9.68	(9.64 ; 9.73)	0.89	(0.82 ; 0.96)
44	10.66	(10.60 ; 10.72)	10.18	(10.13 ; 10.24)	0.48	(0.39 ; 0.55)
34	10.62	(10.56 ; 10.68)	10.17	(10.12 ; 10.23)	0.44	(0.36 ; 0.52)
45	11.74	(11.66 ; 11.83)	11.27	(11.20 ; 11.34)	0.48	(0.33 ; 0.55)
35	11.72	(11.64 ; 11.80)	11.28	(11.21 ; 11.35)	0.44	(0.32 ; 0.53)

Source : Auteur, d'après Leroy et al., « The emergence of permanent teeth in Flemish children », 2003.

2.1.2. L'origine ethnique et géographique

En raison de l'ensemble des facteurs locaux, variables en fonction des aires géographiques, l'utilisation des tables d'éruption générales préétablies doit être nuancée.³³ En effet, même au sein de l'ensemble des enfants d'origine caucasienne, des différences locales peuvent être trouvées. Il devient alors impératif de posséder des tables d'éruption spécifiques à chaque population. On retrouve en général des caractéristiques communes chez toutes les populations à travers le monde³⁴ :

- la même séquence d'éruption à la mandibule pour les 2 sexes
- une apparition plus précoce des dents mandibulaires par rapport aux dents maxillaires
- la symétrie entre les côtés droit et gauche,
- une apparition plus précoce des dents chez les filles que les garçons.

³³ Leroy et al., « The emergence of permanent teeth in Flemish children ».

³⁴Hernández, Espasa, et Boj, « Eruption chronology of the permanent dentition in Spanish children ».

Pour Wedl et al., la différence de temps d'éruption pour une dent par rapport aux autres résultats internationaux - de plus ou moins un an - n'est pas suffisante pour conclure d'une influence ethnique. Pourtant selon Wedl. et al. également, on retrouve des schémas d'éruption ainsi qu'une précocité d'émergence, similaires entre enfants d'origine grecque et ceux d'origine turque³⁵ par exemple, de plusieurs mois par rapport aux valeurs normales. La mitoyenneté géographique de la Grèce et de la Turquie pourrait donc être un facteur déterminant, dans l'exposition aux facteurs environnementaux, régionaux et/ou une proximité génétique par exemple.

Des différences dans les séquences d'éruption peuvent également être constatées chez d'autres populations caucasiennes comme les enfants australiens et nord-américains, lorsque comparés entre eux.³⁶

Les différences de précocité d'éruption entre population peuvent également s'expliquer par des facteurs socio-économiques et culturels. Ainsi, la précocité d'éruption observée dans la population japonaise pourrait avoir été influencée par l'augmentation du nombre de caries observées - apparues depuis la seconde guerre mondiale - et donc de dents temporaires perdues pour cause de caries.

Les enfants ayant leurs dents extraites pour cause de caries en Finlande étant peu nombreux, l'apparition intrabuccale plus tardive des prémolaires peut ainsi être liée à une dentition plus saine et une absence de caries dans les dentures temporaires et permanentes. Cela pourrait expliquer entre autres pourquoi les enfants d'origine japonaise auraient une éruption bien plus précoce que celle des enfants d'origine flamande.³⁷

Ainsi, bien que l'origine ethnique pour ces derniers exemples soit une des hypothèses de précocité d'éruption, les facteurs socio-économiques et donc séculiers sont aussi à prendre en considération. Le cas des enfants d'origine indienne (Pima) est intéressant dans le fait qu'il soulève l'évolution génétique comme facteur déterminant dans les ordres d'apparition des dents permanentes, et l'évolution de ces séquences. En effet, certains auteurs suspectent un caractère ancestral/primitif que serait la séquence 2^{nde} molaire-2^{nde} prémolaire, a contrario de la séquence 2^{nde} prémolaire-2^{nde} molaire qui serait quant à elle un trait acquis et nouveau.³⁸

Enfin le facteur de symétrie inter-arcade d'éruption se retrouve dans l'ensemble des populations à l'échelle mondiale. Il arrive cependant que des populations présentent des asymétries d'éruption dentaire, significatives, comme au sein de la population pakistanaise par exemple.³⁹

³⁵Wedl et al., « Eruption times of permanent teeth in children and young adolescents in Athens (Greece) ».

³⁶Diamanti et Townsend, « New standards for permanent tooth emergence in Australian children ».

³⁷Leroy et al., « The emergence of permanent teeth in Flemish children ».

³⁸Dahlberg et Menegaz-Bock, « Emergence of the permanent teeth in Pima Indian children: a critical analysis of method and an estimate of population parameters ».

³⁹Khan, « Eruption time of permanent teeth in Pakistani children ».

Bien que l'ensemble de ces études semblent montrer des spécificités régionales, géographiques, et ethniques, il n'y a pas à l'heure actuelle de consensus international sur l'influence qu'aurait l'ethnicité sur le développement dentaire.⁴⁰ Les raisons soulevées seraient des différences d'origine génétiques, ou liées à l'environnement, ou bien enfin une association multifactorielle entre environnement et hérédité.

2.1.3. Les affections systémiques à l'origine des conséquences dentaires

Il est parfois possible d'observer des retards d'éruption dentaire. Lorsque ce retard concerne une dent, une origine locale est suspectée, mais si ces retards affectent un groupe de dent ou l'intégralité de la denture, une étiologie systémique ou génétique est alors à envisager.⁴¹

On peut distinguer plusieurs affections systémiques ou causes ayant une influence sur le système général, et pouvant être à l'origine de modifications des temps d'éruption dentaire :

- les maladies endocriniennes (hypothyroïdie, hypopituitarisme, hypoparathyroïdie)
- les traitements médicamenteux (chimiothérapie long court, biphosphonates dans le cadres de certains cancers osseux, d'ostéogénèse imparfaite et d'ostéoporose, les médicaments inhibant la voie des prostaglandines (aspirine, acétaminophène, ibuprofène, etc) réduisant l'activité des ostéoclastes.)
- les naissances prématurées (dont les retards d'éruption peuvent aussi être associés à des anomalies structurelles de l'émail et des défauts de croissance des maxillaires.)
- la malnutrition, si prolongée pendant l'enfance : peut être associée à des retards d'éruption pouvant aller de 1 à 4 mois par rapport aux normes des âges d'éruption connues. Les carences en vitamine A et D, le rachitisme sont également à l'origine de retard d'éruption.

Connaitre ces affections systémiques et leurs conséquences - les retard d'éruption notamment ici, et leur effet indirect sur l'ordre d'apparition des dents sur l'arcade - nous permet d'adapter notre approche thérapeutique de maintien d'espace.

⁴⁰Kelmendi et al., « Dental age estimation using four Demirjian's, Chaillet's and Willems' methods in Kosovar children ».

⁴¹ Choukroune, « Altérations de l'éruption dans le cadre d'anomalies systémiques et génétiques : guide clinique ».

2.1.4. Génétique et hérédité

Des modifications d'origine génétique, héréditaire ou acquise, peuvent être à l'origine plus ou moins directement de modifications des âges normaux d'éruption des dents permanentes.

Ainsi, on peut avoir soit une influence directe sur les molécules émises dans l'environnement péri-dentaire pour permettre l'éruption, ou via des anomalies de constitution des dents et des structures péri-dentaires.

Différentes maladies d'origine génétiques sont associées à des troubles d'éruption :

- les anomalies de structure et les caries dentaires
- les syndromes
- les défauts primaire d'éruption (DPE) aussi appelés « primary failure of eruption » (PFE) et les ankyloses⁴².

2.1.4.1. Les anomalies de structure

Parmi les anomalies de structures à l'origine de troubles d'éruption, on retrouve :

- l'amélogénèse imparfaite hypominéralisée (AIH)
- la dentinogénèse imparfaite associée à l'ostéogénèse imparfaite.

Les AIH sont des maladies d'origine héréditaire affectant qualitativement et/ou quantitativement l'émail, et dont la transmission se fait selon un mode autosomique dominant. L'expressivité au sein d'une même famille et même au sein d'une même arcade entre secteurs différents est variable, mais elle est généralement associée à des retards d'éruption 6 fois plus élevé que dans la population saine. En plus de retard d'éruption, on peut observer des défauts d'éruption, du taurodontisme, des calcifications pulpaire et des anomalies squelettiques exprimées par des béances, des classe III etc.

La dentinogénèse imparfaite de type I associée à une ostéogénèse imparfaite peut être caractérisée :

- d'éruptions ectopiques
- d'agénésies dentaires
- de béances antérieures et/ou des inversés d'articulés dans les secteurs latéraux
- de maturation retardée dans le type III d'ostéogénèse imparfaite
- d'un développement dentaire précoce et plus rapide dans le type IV d'ostéogénèse imparfaite.

⁴² Choukroune.

2.1.4.2. Les syndromes

Différents syndromes peuvent être à l'origine de retards d'éruption des dents permanentes, tels que :

- le syndrome de Down ou trisomie 21
- le syndrome de Turner
- la polypose adénomateuse familiale (syndrome de Gardner)
- la dystostose cléidocrânienne (syndrome de Pierre-Marie et Foy et Sainton)
- dysplasie ectodermique anhidrotique (syndrome de Christ-Siemes-Touraine)
- l'incontinentia pigmenti (syndrome de Bloch-Sulzberger)
- la progeria (syndrome D'hutchinson-Gilford)
- l'acrocéphalosyndactylie (syndrome d'Apert) : entraînant un retard d'éruption⁴³ surtout au maxillaire, et principalement lié à un encombrement dentaire, mais sans influence sur le développement dentaire.
- syndrome d'Axenfeld-Rieger.

2.1.4.3. Les défauts primaires d'éruption versus ankylose : diagnostic différentiel

Les défauts d'éruption sont liés à un défaut dans l'équilibre et dans les mécanismes d'apposition et de résorption de l'os alvéolaire.⁴⁴ Ces défauts dans les mécanismes d'équilibre de formation-destruction osseuse peuvent être à l'origine :

- des ankyloses dentaires
- des échecs primaires d'éruption non isolés, de type PFE – primary failure of eruption
- des échecs d'éruption causant des longueurs inadaptées d'arcade
- de l'impaction des canines

L'ankylose et la PFE touchent préférentiellement les molaires et prémolaires. Cette expression phénotypique aurait pour origine des événements moléculaires à action spatio-temporelle, expliquant ainsi pourquoi le postérieur serait plus atteint que l'antérieur.⁴⁵

L'ankylose et la PFE sont à distinguer l'une de l'autre, ne s'exprimant pas à partir de la même origine.

⁴³Krarup et al., « Three-dimensional analysis of mandibular growth and tooth eruption ».

⁴⁴Frazier-Bowers, Puranik, et Mahaney, « The etiology of eruption disorders : further evidence of a “genetic paradigm” ».

⁴⁵Frazier-Bowers, Puranik, et Mahaney.

L'ankylose, la plus diagnostiquée des deux anomalies, se définit comme une fusion de la dent à l'os en l'absence de ligament parodontal, fusion dont la cause serait d'origine mécanique, soit :

- secondaire à un traumatisme,
- sur une dent expulsée réimplantée (suite au processus de cicatrisation)
- par pression latérale de la langue ou d'autres tissus mous,
- par une déficience de croissance de l'os alvéolaire,
- des infections périapicales
- des irritations d'origine chimiques ou thermiques
- d'origine moléculaire : d'origine génétique, liée à des anomalies locales métaboliques.
- l'application de forces orthodontistes sur une dent présentant des défauts de mécanismes d'éruption, comme c'est le cas des dents chez des sujets atteints de PFE.⁴⁶

L'ankylose peut apparaître avant, pendant ou après l'éruption. Les molaires temporaires ont 10 fois plus de risques de s'ankyloser que les dents permanentes.

En effet, les 2^{èmes} molaires temporaires sont les dents ankylosées les plus diagnostiquées (bien que ce trait puisse être associé à une sous-estimation de l'ankylose des 1^{ères} molaires temporaires, s'exfoliant plus précocement et dont les signes d'infraclusion ne sont pas autant visibles). De plus, elles produisent une infraclusion plus sévère, ainsi qu'un retard plus marqué de l'éruption des prémolaires définitives sous-jacentes. Leur ankylose peut également être associée à une éventuelle modification du trajet des dents définitives adjacentes et opposées, ainsi qu'une hypoplasie et une impaction des dents successives.⁴⁷

L'implication dento-alvéolaire de ce phénomène d'éruption n'est donc pas à sous-estimer. Il peut effectivement causer la perte de la longueur d'arcade, des béances postérieures avec l'apparition d'une interposition linguale latérale, ainsi qu'une supraclusion des dents antagonistes. L'ensemble de ces phénomènes participent à l'installation de malocclusions dentaires dont la résolution s'avère plus compliquée que la prise en charge initiale de l'ankylose.

La PFE ou échec primaire d'éruption, est difficile à distinguer cliniquement d'une ankylose ponctuelle classique. En effet les dents concernées - en infraclusion - ne sont pas ankylosées, mais leur éruption ne se fait pas complètement en raison d'un dysfonctionnement dans les mécanismes d'apposition et résorption nécessaires à l'éruption. Le chemin d'éruption est bien créé, mais le mouvement de la dent vers la cavité buccale n'a pas lieu (partiellement ou totalement).

⁴⁶Alruwaithi, Jumah, et Alsadoon, « Tooth ankylosis and its orthodontic implications ».

⁴⁷Alruwaithi, Jumah, et Alsadoon.

L'occlusion résultante est une dent qui cesse d'évoluer, ou de bouger malgré la croissance adolescente ou la traction orthodontique. Contrairement à l'ankylose, la PFE n'est pas causée par la fusion du cément avec l'os, mais est marquée par un désordre du mécanisme d'éruption.⁴⁸ Ainsi une dent non ankylosée peut ne pas évoluer : partiellement ou totalement. C'est justement Tim Turvey qui a soulevé le fait que les chirurgiens qui procédaient à l'extraction de ces dents atteintes de PFE, notent que ces dents sont mobiles au sein de leur alvéole.

Pourtant la PFE est généralement mise en évidence par la création d'ankyloses dentaires consécutives à l'action des forces orthodontiques sur un ou plusieurs dents.⁴⁹ Cliniquement, la PFE s'exprime le plus souvent au niveau des dents postérieures, les deux dentures pouvant être atteintes, de façon symétrique ou non.⁵⁰

Le diagnostic d'échec primaire d'éruption est émis si :

- il y a absence de barrière mécanique ou secondaire
- Au moins une dent est encore incluse après l'échec de traitement orthodontique
- On observe une relation inter-arcade pathogène avec une dimension verticale d'infraclusion ou supraclusion, et sagittale (en classe I, II, III molaire d'Angle) basé sur des examens cliniques et radiographiques céphalométriques
- des anomalies dans la croissance staturale peuvent être présentes (mais ne sont pas systématiques.)

Ainsi 10 à 40 % des cas de PFE sont d'origine héréditaire et familiale.⁵¹ L'implication de facteurs d'origine génétiques et environnementaux aurait des conséquences spatio-temporelle pouvant influencer l'expression de PFE.

Après analyse génétique, il semblerait que ce soit principalement une mutation familiale au sein du gène PTHR1 sur le chromosome 3, gène codant le récepteur de la parathormone, qui soit à l'origine de la PFE. Avec PTHrP (récepteur de la vitamine D), l'expression protéique de PTHR1 intervient en général dans le chemin d'activation permettant l'équilibre entre formation et résorption osseuse pour le remodelage osseux.⁵²

⁴⁸Rhoads, Hendricks, et Frazier-Bowers, « Establishing the diagnostic criteria for eruption disorders based on genetic and clinical data ».

⁴⁹Rhoads, Hendricks, et Frazier-Bowers.

⁵⁰ Choukroune, « Altérations de l'éruption dans le cadre d'anomalies systémiques et génétiques : guide clinique ».

⁵¹Rhoads, Hendricks, et Frazier-Bowers, « Establishing the diagnostic criteria for eruption disorders based on genetic and clinical data ».

⁵²Rhoads, Hendricks, et Frazier-Bowers.

La PFE est un dysfonctionnement d'origine complexe qui aurait pour étiologie plusieurs gènes et des dysfonctionnements dans les expressions moléculaires. Des techniques d'imagerie 3D permettant de mettre en évidence les zones pathologiques seraient utilisées pour différencier PFE des ankyloses, mais elles sont moins sûres.⁵³ C'est réellement l'identification positive de mutation au niveau du gène de PTHR1, gène codant pour le récepteur de l'hormone parathyroïdienne, qui permet de réaliser la différenciation de diagnostic entre ankylose et PFE.⁵⁴

Alors que pour l'ankylose, l'extraction de la dent ankylosée suffit, avec le traitement orthodontique des autres dents, pour la PFE des thérapies plus invasives sont à prendre en considération (abstention thérapeutique, restaurations prothétiques, ostéotomie segmentaires verticales, etc.)⁵⁵.

2.2. Les paramètres d'origine localisée/dentaire

2.2.1 Formation dentaire

L'émergence de la dent permanente en bouche apparaît lorsque la formation radiculaire est au $\frac{3}{4}$ effectuées. Cependant on peut observer de nombreux résultats qui se distinguent de ce niveau de formation.

C'est notamment le cas des patients atteints de dysplasie dentinaire de type I dont les dents ne présentent ni racine, ni ligament, et qui réalisent cependant leur éruption.⁵⁶ Cela nous oriente vers une non-intervention de la racine comme moteur permettant l'éruption.

C'est le stade de minéralisation de la canine qui permet de nous indiquer en général le pic de puberté (avec le stade F : stade auquel la longueur radiculaire est égale à supérieure à la longueur coronaire, mais où les parois radiculaires intra-pulpaire forment un triangle isocèle, indiquant le début de la puberté.) C'est en général à partir du stade G que l'éruption des dents se fait, soit le stade d'apex ouvert postérieur au stade F.⁵⁷

⁵³ Choukroune, « Altérations de l'éruption dans le cadre d'anomalies systémiques et génétiques : guide clinique ».

⁵⁴ Rhoads, Hendricks, et Frazier-Bowers, « Establishing the diagnostic criteria for eruption disorders based on genetic and clinical data ».

⁵⁵ Choukroune, « Altérations de l'éruption dans le cadre d'anomalies systémiques et génétiques : guide clinique ».

⁵⁶ Choukroune.

⁵⁷ Coutinho, Buschang, et Miranda, « Relationships between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity ».

La canine fait son éruption un an en général avant le pic de croissance pubertaire. Au-delà de ce stade de croissance post-pubertaire (au stade 5 et 6 de la maturation cervico-vertébrale), on peut considérer qu'il y a un retard dans l'éruption de la canine, contrairement aux prémolaires, qui arrivent donc avant le pic de croissance.

Ainsi l'étude radiographique des stades de formation radiculaire de C, PM1 et PM2, ainsi que leur proximité de la furcation radiculaire des molaires temporaires, permettrait de supposer l'ordre d'apparition de ces dents sur arcade, et d'ainsi adapter sa prise en charge de maintien à gain d'espace en fonction.

2.2.2 Eruption dentaire : le rôle moléculaire, d'innervation

2.2.2.1. Le rôle indirect des molécules émises dans l'environnement péri-dentaire et leurs effets sur l'éruption des canines, 1ères et 2èmes prémolaires.

Certaines molécules émises dans l'environnement péri-dentaire permettraient d'assurer l'éruption des dents, et seraient issues du follicule dentaire.

En effet, ce dernier permettrait, via la sécrétion du peptide relié à l'hormone parathyroïdienne, et celle de chemoattractants (CSF-1, MCP-1, NF-kappaB), la différenciation des monocytes en ostéoclastes de façon directe. Le follicule dentaire va également permettre le recrutement indirect des monocytes (via PTHrP, RANKL, IL-1a, TGF-beta).

Ce phénomène participerait à la résorption dentaire nécessaire à la bonne éruption.^{58 59} Il permettrait la création d'un « chemin d'éruption » par remodelage osseux, afin que le germe dentaire effectue sa montée et son arrivée dans la cavité buccale.

En parallèle, une ostéogénèse à la partie la plus apicale du follicule dentaire - liée à la surexpression de la protéine 1 de morphogénie osseuse - ainsi que le concours de facteurs de croissances spécifiques et de cytokines permettraient de créer la force mécanique nécessaire à la sortie de la dent sur l'arcade.

L'innervation au sein du follicule dentaire jouerait également un rôle important dans l'éruption dentaire. En effet, il a été observé que provoquer expérimentalement la dénervation influence le processus d'éruption en induisant une ostéoclasie nécessaire à ce phénomène.⁶⁰

⁵⁸Frazier-Bowers, Puranik, et Mahaney, « The etiology of eruption disorders : further evidence of a "genetic paradigm" ».

⁵⁹ Choukroune, « Altérations de l'éruption dans le cadre d'anomalies systémiques et génétiques : guide clinique ».

⁶⁰Parner et al., « Biological interpretation of the correlation of emergence times of permanent teeth ».

Il est connu que les groupes de dents similaires (le groupe des prémolaires, des incisives), ont des temps d'émergence rapprochés entre elles, lesquels seraient hypothétiquement dus à une innervation commune. Comparés entre eux, les groupes de dents différents (comme les 1ères molaires comparées aux prémolaires notamment les 2èmes), bien qu'adjacentes, ont des temps d'éruption complètement différents, expliqués par cette supposée innervation d'origine différente.

Cette innervation serait issue de branches de fibres nerveuses, elles-mêmes issues du nerf alvéolaire inférieur, et ces fibres se développeraient à des moments différents lors de la croissance.

Une corrélation biologique entre les temps d'éruption et cette formation nerveuse a pu être mise en évidence et pourrait expliquer ces temps similaires d'émergence.

Des modifications génétiques ou environnementales dans l'expression de ces molécules agissant sur l'éruption, ainsi que sur la formation de ces branches nerveuses pourrait ainsi avoir un impact sur l'éruption dentaire, notamment indirectement sur la séquence d'éruption. Aucun lien n'a pour le moment été mis en évidence sur les séquences d'éruption, mais les implications d'une telle influence pourraient être intéressantes à examiner.

2.2.2.2. Mécanismes d'éruption et ses implications sur l'éruption des canines, 1ères et 2èmes prémolaires

Les phases de mouvements dentaires vers la cavité buccale au cours du phénomène éruptif peuvent avoir une influence indirecte sur la séquence d'apparition de C, PM1, et PM2.

Selon Ten Cate, il y a 3 phases de mouvements dans le phénomène éruptif :

- mouvements pré-éruptifs,
- mouvements éruptifs (avec une phase d'éruption intra-alvéolaire et une phase supra-alvéolaire) et,
- mouvements post-éruptifs.

Tout d'abord, la période pré-éruptive correspond à la période avant le début de l'éruption. Les mouvements des germes des dents permanentes au sein de l'os ne sont pas en direction de l'éruption. Dans le cas des prémolaires, situées alors en lingual de la crypte osseuse des molaires temporaires, dans leurs propres cryptes osseuses, un mouvement de vestibulisation a lieu vers la furcation radiculaires des molaires temporaires. Ce mouvement intra-osseux est permis : d'une part par la croissance des maxillaires, et d'autre part par l'action des facteurs moléculaires - cités plus hauts - issus du follicule dentaire.

Parmi les autres facteurs pouvant influencer le phénomène éruptif, les forces de la mastication semblent également posséder un rôle considérable. En effet, elles seraient transmises à l'os puis aux tissus mous entourant le germe, par l'intermédiaire des dents temporaires, induisant ainsi ces phénomènes de remodelage nécessaires à l'éruption. Dans ce cas, le follicule dentaire agirait alors comme mécanorécepteur.

On pourrait ainsi supposer que l'absence des molaires temporaires, ou la perte précoce de ces dernières - outre la possible perte d'espace pouvant résulter du vide créé - pourrait aussi avoir une influence non seulement sur les temps d'éruption des dents permanentes sous-jacentes mais également sur les séquences d'éruption entre dents adjacentes (soit ici entre C, PM1, et PM2).

La période éruptive possède quant à elle un temps intra-osseux, supra-osseux puis post-éruptif. C'est la fin de la minéralisation coronaire des germes et le début de l'édification radiculaire qui permettent d'initier l'éruption dans une direction axiale et de définir ce temps d'éruption dit intra-osseux.

Le temps d'éruption supra-osseux est défini par l'émergence de la dent permanente dans la cavité buccale jusqu'au plan d'occlusion définitif (après chute de la dent temporaire associée à une résorption de son os alvéolaire). Ainsi, son édification radiculaire, l'ossification apicale et des septa inter-radicaux, l'émergence des dents adjacentes, et même les pressions musculaires jugales, linguales et labiales jouent un rôle essentiel dans la position définitive de la dent permanente sur l'arcade.

Enfin, le temps dit post-éruptif correspond à l'ensemble des déplacements que subit la dent une fois le plan d'occlusion atteint. Ces mouvements s'adaptent ainsi d'une part à la croissance des maxillaires, et d'autre part à l'usure proximale et occlusale que la dent subit.⁶¹

A ces constatations, il est donc possible de supposer que la séquence d'éruption des C, PM1 et PM2 est dépendante des facteurs locaux, dentaires, osseux et des tissus mous, influençant ainsi l'espace disponible inter et intra-arcade.

Selon une analyse en 3 dimensions de la croissance mandibulaire et de l'éruption des dents permanentes, on observe que la direction d'éruption des canines et des deux prémolaires mandibulaires est identique, c'est-à-dire verticale (contrairement aux molaires mandibulaires qui ont une éruption linguale.)⁶² Ce résultat est à nuancer car, bien qu'il soit à mettre en relation avec

⁶¹ Choukroune, « Altérations de l'éruption dans le cadre d'anomalies systémiques et génétiques : guide clinique ».

⁶² Krarup et al., « Three-dimensional analysis of mandibular growth and tooth eruption ».

l'inclinaison initiale des germes au sein de l'os avant leur éruption, cette étude étant réalisée sur des enfants atteints du syndrome d'Apert peut biaiser les résultats.

En effet, l'influence d'un maxillaire trop étroit – dont c'est le cas pour les enfants atteints du syndrome d'Apert et possédant un maxillaire hypoplasique – peut également entraîner un blocage du développement mandibulaire, et donc entraîner une éruption plus linguale que la normale des dents permanentes citées ci-dessus.

Ainsi non seulement au sein d'un même individu, les dents permanentes ne sont pas indépendantes les unes des autres lors de leur éruption⁶³, mais d'autres différentes causes locales mécaniques peuvent aussi avoir une incidence sur la réussite ou l'échec de l'évolution des dents permanentes.

Ces échecs⁶⁴ d'origine locale peuvent alors, par exemple, être liés à :

- des kystes localisés sur le trajet d'éruption de la dent
- Des interférences avec la dent adjacente
- Une pression latérale de la langue
- Des conséquences secondaires d'un syndrome comme la dysplasie cléidocranienne.

2.2.3 Caries et extraction des dents temporaires

La prévalence des caries sur les dents temporaires semblent avoir un impact sur le temps d'éruption ainsi que l'ordre d'apparition des dents permanentes en bouche.

C'est le cas par exemple des enfants australiens⁶⁵ qui en 40 ans, ont vu une diminution du nombre d'extractions sur dents temporaires causées par des caries. Les auteurs suggèrent que c'est cette diminution du nombre d'extractions et de caries sur dents temporaires qui seraient à l'origine de l'apparition plus tardive des dents permanentes à l'heure actuelle dans la population australienne, comparée aux normes des dates d'éruption qui avaient été établies dans les années 1960.

La formation en elle-même de la dent permanente n'est pas affectée par la perte prématurée de la dent temporaire.⁶⁶ C'est son éruption qui peut l'être, pour des facteurs conséquents de cette perte précoce de la dent temporaire : comme la perte d'espace.⁶⁷

⁶³Leroy et al., « The emergence of permanent teeth in Flemish children ».

⁶⁴Frazier-Bowers et al., « Primary failure of eruption and PTH1R : the importance of a genetic diagnosis for orthodontic treatment planning ».

⁶⁵Diamanti et Townsend, « New standards for permanent tooth emergence in Australian children ».

⁶⁶Demirjian, Goldstein, et Tanner, « A new system of dental age assessment ».

⁶⁷Leroy et al., « The emergence of permanent teeth in Flemish children ».

De façon similaire, l'extraction des molaires temporaires a un impact sur le moment d'apparition des prémolaires en bouche, moment qui varie selon l'âge auquel avait lieu ces extractions⁶⁸, et donc indirectement selon le degré d'édification radiculaire de la dent permanente. Ainsi, la perte prématurée des molaires temporaires avant l'âge de 4-5 ans, l'éruption des prémolaires sous-jacentes peut être retardée. A partir de 5 ans et plus, le retard d'éruption des prémolaires induit une extraction précoce des molaires temporaires se voit diminué. Enfin, à 8, 9 et 10 ans, la perte prématurée des molaires de lait entraîne à l'inverse une accélération d'éruption des prémolaires.⁶⁹

Le facteur socio-économique joue un rôle majeur dans l'âge d'éruption des dents. Il peut devenir un facteur de retard en cas de malnutrition, comme reflété lorsqu'on compare des enfants issus d'écoles privées ou d'école publiques au Pakistan, ces derniers ayant significativement une éruption plus tardive.⁷⁰ De plus, la prévalence carieuse augmentée au sein de ces populations plus pauvres pourrait être un facteur.

Le sexe de l'enfant semble indirectement avoir un effet sur les caries des dents temporaires et les pertes précoces de ces dernières via le comportement psycho-social peut en être lié. Ainsi, les garçons semblent, de par leurs comportements alimentaires, une fréquence moindre de la supervision parentale des brossages, et des moments à l'extérieur plus courants, présenter une durée de vie de leurs molaires déciduales moindre que leurs homologues féminins.⁷¹

La prise en charge en odontologie pédiatrique des caries sur dents temporaires se voit nécessaire. En effet, que ce soit par la perte des points de contacts proximaux - liés à des caries proximales - ou par une avulsion précoce d'une molaire temporaire, une perte d'espace par dérive dentaire est observable.⁷² Cette dérive est mésiale pour les dents postérieures (considérablement augmentée par la 1^{ère} molaire permanente), ou distale lorsque la canine temporaire dérive à la place d'une 1^{ère} molaire temporaire., Ainsi, une perte de longueur d'arcade est induite, pouvant provoquer une dysharmonie dento-maxillaire, ainsi qu'une éventuelle modification des séquences d'éruption – soit directement associée à l'extraction précoce pour la dent sous-jacente, soit par blocage des dents permanentes en intra-osseux lié à la perte d'espace sus-jacente.

⁶⁸Dahlberg et Menegaz-Bock, « Emergence of the permanent teeth in Pima Indian children ».

⁶⁹ Dean et Turner, « Eruption of the teeth : local, systemic, and congenital factors that influence the process ».

⁷⁰Khan, « Eruption time of permanent teeth in Pakistani children ».

⁷¹Shaweesh, « Polymorphisms in sequence of permanent tooth emergence : a cross-sectional study on Jordanian children and adolescents ».

⁷² Lucas-Rincón et al., « Interproximal caries and premature tooth loss in primary dentition as risk factors for loss of space in the posterior sector : a cross-sectional study ».

2.2.4 Agénésie

Les agénésies à prendre en considération sont :

- L'agénésie des dents permanentes sous-jacentes avec présence des dents temporaires sur arcade. Dans ce cas d'agénésie des dents permanentes, les dents temporaires restent généralement souvent plus longtemps sur arcade, entraînant perte d'espace par infraclusion progressive de ces dents temporaires, et égression éventuelle associée de la dent permanente antagoniste. Un autre point important, la différence de diamètre mésio-distal peut entraîner des problèmes d'éruption des dents permanentes adjacentes (PM1 notamment et canine) ;
- l'agénésie de dents temporaires et permanentes.

L'agénésie la plus fréquente chez les Européennes est celle d'une à deux PM2 mandibulaires – la plus fréquemment absente si on exclut les dents de sagesse - suivie des incisives latérales puis des prémolaires maxillaires.

Ces enfants présentant des agénésies des dents permanentes ne présentent donc en général pas de problèmes d'espaces, mais au contraire plus de place disponible sur l'arcade. Le problème de la prise en charge ne résidera donc pas dans le maintien de l'espace mais plutôt dans le respect ou non de la symétrie intra-arcade, de la symétrie inter-arcade, de l'occlusion et du choix de la classe d'Angle molaire lors de la phase orthodontique d'alignement.

Des thérapeutiques d'ouverture ou fermetures des espaces avec ou non association de thérapeutique prothétique sont alors à envisager en prévision de la fin de la croissance.

Bien que l'influence génétique soit la cause la plus suspectée, d'autres facteurs tels que les anomalies de développement, des perturbateurs endocriniens, des facteurs locaux infectieux, des traumatismes faciaux et des traitements médicaux sont également mis en cause.⁷³

2.2.5 Rotation et malpositions dentaires

La rotation dentaire est une modification de l'axe mésio-distal d'une dent sur un même axe longitudinal d'éruption. Souvent associée à une origine génétique, certains auteurs considèrent également l'hypothèse du manque de place – par dysharmonie dento-maxillaire – comme étant un facteur contribuant à ce phénomène.

Une distinction est à faire entre la suspicion d'une rotation dentaire observée sur une radiographie panoramique (dans le cadre de C, PM1, PM2), et une rotation dentaire visible sur arcade. Bien que souvent liées - il est ainsi possible de déterminer via la panoramique le risque d'éruption ectopique

⁷³ Polder et al., « A meta-analysis of the prevalence of dental agenesis of permanent teeth ».

des canines maxillaires par exemple - d'autres suspicions de rotation dentaire à la panoramique sont à prendre avec précaution. C'est le cas notamment des PM2 mandibulaires, souvent déformées lors de la prise de la radiographie, apparaissant ainsi posséder un diamètre mésio-distal non seulement plus large mais semblant être en situation de rotation. Lors de leur éruption sur l'arcade, ces suspicions s'avèrent alors erronées.⁷⁴

Les cas de malpositions dentaires les plus fréquentes sont :

- la position ectopique des canines maxillaires, au niveau du vestibule comme au niveau palatin.
- la transposition entre les canines et les PM1 (transposition la plus fréquente), qui prendrait également son origine au niveau génétique.

Deux hypothèses existent quant à l'éruption ectopique des canines : d'une part une incisive latérale maxillaire anormale, qui n'aiderait pas à guider la canine lors de son éruption, liée ou non à un encombrement dentaire maxillaire due à une dysharmonie dento-maxillaire. D'autre part, une origine génétique à cette éruption ectopique.

C'est grâce à la panoramique surtout, lors de la période de denture mixte que l'évaluation du risque de malposition canine maxillaire devrait se faire, afin de réaliser le diagnostic le plus précocement possible, et non vers 12-14 ans lors de leur éruption. L'éruption ectopique de la canine maxillaire due à un encombrement dentaire entraîne des traitements plus lourds de 22.4 mois en moyenne, en cas de traitement sans extraction.⁷⁵

Dans le cas des transpositions : lors que la canine est plus fréquemment mesiovestibulée, la PM1 est quant à elle plus distalée et en rotation mésio-palatine.⁷⁶ Ces transpositions entre C et PM1 sont suspectées d'apparaître pendant la croissance du maxillaire, lorsque le germe dentaire de PM1 se déplace distalement pour laisser l'espace disponible au germe de la canine pour faire par la suite son éruption. La transposition serait alors liée à une déficience des signaux moléculaires permettant la migration du germe de PM1, et donc prendrait son origine au niveau génétique. D'autres auteurs suspectent quant à eux une résorption résistante et retardée de la canine temporaire qui entraînerait une distalisation du germe de la canine permanente.

⁷⁴ Zilberman, Koyoumdjisky-Kaye, et Vardimon, « Estimation of mesiodistal width of permanent canines and premolars in early mixed dentition ».

⁷⁵ Stewart et al., « Factors that relate to treatment duration for patients with palatally impacted maxillary canines ».

⁷⁶ Peck, Peck, et Attia, « Maxillary canine-first premolar transposition, associated dental anomalies and genetic basis ».

Ces malpositions sont généralement associées à un tableau clinique particulier, avec des anomalies dentaires, notamment l'hypodontie et l'agénésie des incisives latérales (et peu l'agénésie des PM2 et M3.)

Les PM2 mandibulaires, qui constitueraient 24 % d'encombrement dentaire, présentent généralement une inclinaison distale dans l'os avant leur éruption, mais reprennent un axe droit avant leur éruption. Seuls certains cas rares d'angulations distales ne se remettent pas spontanément en place, et les PM2 mandibulaires migrent sous les racines des molaires, devenant ainsi incluses et pouvant nécessiter une intervention chirurgicale.⁷⁷

L'origine des rotations, positions ectopiques aberrantes dentaires, infraclusion dentaire, canine palato-positionnée, transposition dentaire, serait génétique. En effet, les gènes MSX1 et Pax9 seraient suspectés comme intervenant non seulement dans la position palatine des canines maxillaires, mais également à la transposition entre canine maxillaire et incisive latérale, et l'agénésie des PM2 et molaires. Ainsi, les 3 anomalies suivantes - soit l'agénésie des prémolaires, l'éruption ectopique des 1ères molaires et canines maxillaires, et l'infraclusion des molaires temporaires – présenteraient entre elles une fréquence significativement élevée d'association dont l'étiologie commune serait génétique.⁷⁸ De plus, les patients qui présentent une agénésie des PM2 sont plus susceptibles de présenter sur les autres PM2 des positions ectopiques associées à une disto-angulation de ces dents au sein de l'os. Ces deux anomalies dentaires sont donc liées et peuvent ainsi influencer les séquences d'éruption et leur prise en charge.

2.2.6 Classe d'Angle

La classe d'Angle est définie en fonction de la position de la 1^{ère} molaire maxillaire avec celle de la 1^{ère} molaire mandibulaire. Ainsi :

- une classe I molaire d'Angle correspond à la position plus mésialée d'une cuspide de la 1^{ère} molaire mandibulaire avec la 1^{ère} molaire mandibulaire.
- une classe II molaire d'Angle correspond à la position plus mésialée de plus d'une cuspide de la 1^{ère} molaire mandibulaire avec la 1^{ère} molaire mandibulaire
- une classe III molaire d'Angle correspond à la position plus distalée de plus d'une cuspide de la 1^{ère} molaire mandibulaire avec la 1^{ère} molaire mandibulaire

⁷⁷ Shalish et al., « Malposition of unerupted mandibular second premolar associated with agenesis of its antimere ».

⁷⁸ Garib, Peck, et Gomes, « Increased occurrence of dental anomalies associated with second-premolar agenesis ».

Tableau 7 : Table de des séquences d'éruption au maxillaire

TABLE I. SEQUENCES OF ERUPTION IN THE MAXILLA

	MAXILLARY SEQUENCES	CASES	PERCENTAGE
1.	6 1 2 4 5 3 7	115	48.72
2.	6 1 2 4 3 5 7	38	16.01
3.	6 1 2 4 5 7 3	28	11.87
4.	6 1 2 3 4 5 7	14	5.93
5.	6 1 2 4 3 7 5	13	5.51
6.	6 1 2 5 4 3 7	6	2.54
7.	6 1 2 4 7 5 3	5	2.12
8.	6 1 2 4 7 3 5	4	1.69
9.	6 1 2 5 3 4 7	2	0.84
10.	6 1 2 3 4 7 5	2	0.84
11.	1 6 2 4 5 3 7*	2	0.84
12.	6 1 2 3 5 4 7	1	0.42
13.	6 1 2 5 4 7 3	1	0.42
14.	6 1 2 3 7 4 5	1	0.42
15.	6 1 2 7 4 5 3	1	0.42
16.	6 4 1 2 5 3 7*	1	0.42
17.	6 1 5 2 4 3 7*	1	0.42
18.	1 2 6 4 3 5 7*	1	0.42
		236	100.00

Source : Lo et Moyers, « Studies in the etiology and prevention of malocclusion », 1953.

Tableau 8 : Table de des séquences d'éruption à la mandibule

TABLE II. SEQUENCES OF ERUPTION IN THE MANDIBLE

	MANDIBULAR SEQUENCES	CASES	PERCENTAGE
1.	6 1 2 3 4 5 7	108	45.77
2.	6 1 2 3 4 7 5	44	18.64
3.	6 1 2 4 3 5 7	20	8.47
4.	6 1 2 3 7 4 5	14	5.93
5.	6 1 2 4 5 3 7	14	5.93
6.	6 1 2 5 3 4 7	6	2.54
7.	6 1 2 3 5 4 7	6	2.54
8.	6 1 2 4 3 7 5	5	2.12
9.	6 1 2 5 4 3 7	4	1.69
10.	6 1 2 4 5 7 3	3	1.27
11.	6 1 2 3 5 7 4	3	1.27
12.	1 6 2 3 4 5 7*	3	1.27
13.	1 2 6 3 4 5 7*	2	0.84
14.	6 1 2 5 7 3 4	1	0.42
15.	6 1 2 7 4 5 3	1	0.42
16.	1 6 2 4 5 3 7*	1	0.42
17.	1 2 6 4 5 3 7*	1	0.42
		236	100.00

Source : Lo et Moyers, « Studies in the etiology and prevention of malocclusion », 1953.

Tableau 9 : Table de fréquence d'apparition des séquences d'éruption au maxillaire et la mandibule
(dont celles de C-PM-PM2-M2)

Séquence d'éruption (dont C, PM1, PM2, M2)	N (toutes classes d'Angle confondues)	Pourcentage
Maxillaire		
6124537 (PM1-PM2-C-M2)	115	48.72
6124357 (PM1-C-PM2-M2)	38	16.01
6124573 (PM1-PM2-M2-C)	28	11.87
6123457 (C-PM1-PM2-M2)	14	5.93
6124375 (PM1-C-M2-PM2)	13	5.51
Mandibule		
6123457 (C-PM1-PM2-M2)	108	45.77
6123475 (C-PM1-M2-PM2)	44	18.64
6124357 (PM1-C-PM2-M2)	20	8.47
6123745 (C-M2-PM1-PM2)	14	5.93
6124537 (PM1-PM2-C-M2)	14	5.93

Source : Auteur, d'après Lo et Moyers, « Studies in the etiology and prevention of malocclusion », 1953.

Tableau 10 : Distribution de l'apparition des différentes classes d'Angle selon les variations de séquences d'éruption

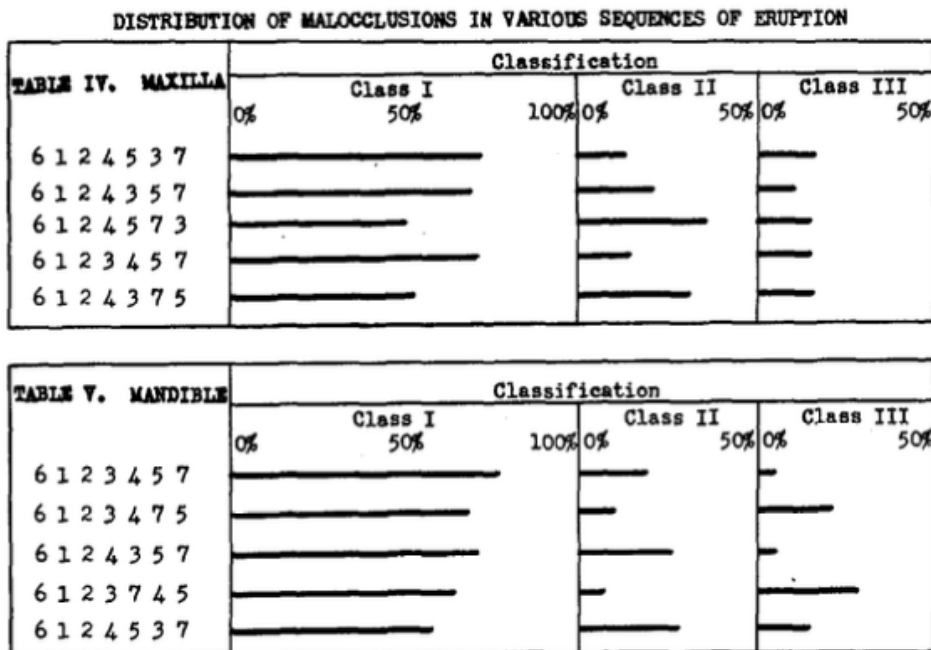


Fig. 1.—Tables IV and V.

Source : Lo et Moyers, « Studies in the etiology and prevention of malocclusion », 1953.

Lors de l'étude de l'influence des séquences d'éruption dentaire au maxillaire et à la mandibule sur l'occlusion, c'est la combinaison de PM1 - PM2 – C au maxillaire avec C- PM1 - PM2 à la mandibule qui présentent la plus forte fréquence avec 31,78 % d'apparition des cas étudiés.⁷⁹ La combinaison de ces deux séquences présente aussi le pourcentage le plus important d'occlusion de classe I molaire d'Angle, produisant ainsi 90,67 % de classe I molaire, soit bien supérieur au pourcentage total de classe I molaire observée au sein de cette étude, toute combinaison d'éruption confondue, soit 69,02 %.

Les autres combinaisons de séquence d'éruption ne produisant ainsi pas plus de 59,7 % de classe I molaire d'Angle.

Différents facteurs peuvent également influencer les classes d'Angle, tels que : les diamètres mésio-distaux des dents permanentes en éruption, des pathologies localisées unilatérales etc.

Ainsi, par exemple, une asymétrie intra-arcade observée pour ces diamètres suit la même logique que l'asymétrie intra-arcade des temps d'éruption : ayant ainsi une relation inversement proportionnelle entre l'asymétrie dans les temps d'apparition et celle les séquences d'apparition des dents permanentes en bouche.⁸⁰

Cette différence de taille coronaire des dents peut donc modifier la place disponible au sein de son quadrant et avoir des conséquences telles que le décalage des dents opposées de part et d'autre du plan sagittal, jusqu'à la dysharmonie dento-maxillaire et une différence de classe canine et molaire d'Angle de chaque côté.

Ce décalage est une conséquence que l'on peut également constater en cas de pathologie localisée au niveau de molaires temporaires, entraînant ainsi une perte précoce de tissu osseux sous-jacent et donc une éruption prématurée de la dent permanente sous-jacente, par rapport à son antagoniste. Dans un cas d'éruption prématurée ne respectant ainsi pas la séquence d'éruption, la mise en place de classe II ou III molaire unilatérale est alors parfois observée.⁸¹

⁷⁹ Lo et Moyers, « Studies in the etiology and prevention of malocclusion ».

⁸⁰Garn et Smith, « Patterned asymmetry in tooth emergence timing ».

⁸¹ Lo et Moyers, « Studies in the etiology and prevention of malocclusion ».

Tableau 11 : Pourcentage d'apparition des différentes classes d'Angle molaire selon une séquence d'éruption favorable (Avec au maxillaire PM1-C-PM2 et à la mandibule C-PM1-PM2).

Classe d'Angle	N	%
Classe 1	68	90,67
Classe 2 bilatérale	2	2.67
Classe 2 unilatérale	3	4.00
Classe 3 bilatérale	0	0.00
Classe 3 unilatérale	2	2.67
Total	75	(31,78 % de tous les cas)

Source : Lo et Moyers, « Studies in the etiology and prevention of malocclusion », 1953.

L'apparition précoce de la 2nde molaire avant C, PM1 et PM2, joue également un rôle dans la classe molaire d'Angle. Ainsi, au maxillaire, son éruption avant C, PM1, PM2 entraîne – via la perte d'espace par poussée mésiale de la M2 sur la M1 – une classe II molaire, alors qu'à la mandibule, c'est la classe III molaire qui a plus de chance d'apparaître si M2 a une éruption prématurée.

3 : L'interception des malocclusions dentaires

Les séquences d'éruption observées chez les enfants⁸² semblent être en faveur de l'établissement d'une occlusion esthétique et fonctionnelle : à la mandibule pour les deux sexes, le fait que la canine arrive avant les deux prémolaires permet de maintenir la longueur d'arcade. L'éruption de la 2nde prémolaire avant la canine et la 1^{ère} prémolaire entraîne une réorganisation due à la dérive et perte d'espace.

Ainsi, l'étude des séquences d'éruption permettrait de connaître en amont de l'apparition des dents non seulement à quel point la mise en place de la denture adolescente chez un enfant est favorable dans un contexte fonctionnel, mais également quelle prise en charge entreprendre en fonction de la séquence d'éruption ; à la fois d'un point de vue préventif (favoriser une séquence plutôt qu'une autre) à thérapeutique (comment prendre en charge selon la séquence.)

3.1. Leeway et dysharmonie dento-maxillaire : un diagnostic pour une prise en charge thérapeutique optimale

3.1.1. Leeway et influence des séquences d'éruption dans l'espace disponible

Le leeway correspond à l'espace gagné par le remplacement des dents temporaires par les dents permanentes sur chacune des deux arcades. En effet, le diamètre mésio-distal des molaires temporaires étant plus important que celui des prémolaires qui les remplacent, cela résulte en une différence positive en faveur d'un gain de place pour les dents permanentes.

A la mandibule cependant, le calcul du leeway peut être techniquement simplifié. En effet, la distance qu'est le leeway correspond réellement à la différence de diamètre mésio-distal de la 2^{ème} molaire temporaire avec la 2nde prémolaire permanente ; la somme des diamètres mésio-distaux combinés des canines et 1^{ères} molaires temporaires (13,64 mm) étant similaire à ceux des canines permanentes et PM1 combinés (13,85 mm)⁸³

Ce gain est à nuancer au maxillaire par le diamètre mésio-distal des incisives maxillaires, plus important que celui des dents temporaires correspondantes.

⁸²Hernández, Espasa, et Boj, « Eruption chronology of the permanent dentition in Spanish children ».

⁸³ Gianelly, « Leeway space and the resolution of crowding in the mixed dentition ».

Il est essentiel de bien prendre en charge l'espace lors de la denture temporaire et denture mixte, afin d'éviter des pertes d'espace et pertes de longueur d'arcade, qui auraient pu être évitées. En effet, on peut constater une différence significative dans les positions pré-éruptives des C et PM1 pour les enfants présentant une DDM modérée à sévère par rapport aux enfants sans DDM.⁸⁴

Cette mise en évidence précoce des encombrements ainsi que leur lien avec les séquences d'éruption pourraient permettre d'améliorer la prise en charge des enfants à haut risque de développer une DDM modérée à sévère en cours de denture mixte : diminuant ainsi les coûts financiers et la longueur des traitements lors de la correction de ces malocclusions.

Les signes diagnostiques permettant de déterminer de façon précoce le risque de développement un encombrement sévère sont :

- l'exfoliation prématurée des canines temporaires (pouvant être dues à l'éruption des incisives latérales), ou celles des incisives latérales temporaires mandibulaires (dues à l'éruption des incisives centrales permanentes)
- la résorption radiculaire précoce des canines temporaires
- la protubérance osseuse dans la région canine⁸⁵
- l'absence de diastèmes en denture temporaire (à nuancer car n'est pas systématiquement associé à un encombrement en denture permanente selon Baume)⁸⁶
- un encombrement dentaire présent au niveau du secteur antérieur mandibulaire en denture mixte

Ainsi, Sampson et Richards avaient validé les hypothèses selon lesquelles :

- la position pré-éruptive des dents permanentes au sein de l'os alvéolaire peut être un signe d'encombrement dentaire futur
- l'éruption en position vestibulaire des canines mandibulaires serait un signe de longueur d'arcade insuffisante⁸⁷

De plus l'arrivée retardée des canines permanentes mandibulaires possèderaient une relation faible quoique significative avec le risque augmenté d'encombrement mandibulaire.

⁸⁴ Moshkelgosha, Khosravifard, et Golkari, « Tooth eruption sequence and dental crowding : a case-control study ».

⁸⁵ Moshkelgosha, Khosravifard, et Golkari.

⁸⁶ Gianelly, « Leeway space and the resolution of crowding in the mixed dentition ».

⁸⁷ Moshkelgosha, Khosravifard, et Golkari, « Tooth eruption sequence and dental crowding : a case-control study ».

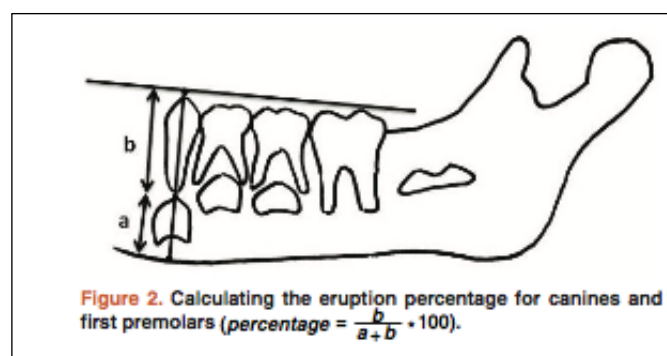
Les enfants dont les séquences d'arrivées des C - PM1 - PM2 ne respectent pas les standards de séquence semblent également ainsi plus à risque de développer ces encombrements.

L'étude de la différence entre la longueur d'arcade totale (Espace disponible ED) et celle formée par les diamètres mésio-distaux dentaires (Espaces nécessaires EN) (autrement appelé « Tooth Size Arch Length Discrepancy » - TSALD), permet ainsi de calculer l'éventuelle DDM. Deux groupes d'enfants en denture mixte ont été formés : ceux avec un TSALD égal ou moins de 4 mm (considérés en encombrement dentaire ou DDM égal ou plus de 4mm), et ceux de TSALD égal ou supérieur à 4 mm (soit une DDM inférieure ou égale à 4 mm), considérés comme étant exempts d'encombrement dentaire.⁸⁸ Le TSALD est donc ici inversement proportionnel avec la DDM.

Sur les radiographies panoramiques, les points considérés comme intéressants à étudier dans le cadre de la position des canines mandibulaires en cas de risque modéré à sévère de DDM sont :

- la distance de la pointe cuspidienne de la canine mandibulaire permanente non-éruptée avec le bord inférieur de l'os mandibulaire
- la distance de la pointe cuspidienne de la canine mandibulaire permanente non-éruptée avec la ligne passant par la pointe cuspidienne des molaires temporaires et 1ères molaires permanentes.

Figure 2 : Représentation en vue para-sagittale d'une arcade mandibulaire avec prévisualisation des points de repères de calcul en cas de risque modéré à sévère de DDM (avec pourcentage de DDM = $\frac{b}{(a+b)} \times 100$)



Source : Moshkelgosha, Khosravifard, et Golkari, « Tooth eruption sequence and dental crowding : a case-control study », 2014.

⁸⁸ Moshkelgosha, Khosravifard, et Golkari.

Ainsi, dans le groupe contrôle on trouve une moyenne de TSALD de 0,42 mm alors que cette dernière est de -6,22 mm pour le groupe à risque modéré à sévère de DDM, mettant une différence significative dans la position pré-éruptive des canines : le risque pour la PM1 de faire son éruption avant la canine est plus élevée dans le groupe à risque modéré à sévère de DDM que dans le groupe contrôle où il n'y a pas de séquence d'éruption significative observée.

Tableau 12 : Comparaison des pourcentages moyen d'éruption des canines et 1ères prémolaires et la moyenne de TSALD observée

Table 3. Comparison of canine and first premolar eruption percentages and their difference between case and control groups.

	Mean TSALD (mm)	Mean eruption % of canine	Mean eruption % of first premolar	Difference of canine and first premolar eruption (%)	Significance level of the difference between canine and first premolar eruption percentage
Case	-6.22±2.49	65.82±13.00	78.92±10.15	13.10±12.98	p<0.001
Control	0.42±2.30	74.12±14.55	75.47±11.60	1.35±10.29	p=0.437
Significance level of the difference between case and control groups	p<0.001	p=0.006	p=0.151	p<0.001	

Source : Moshkelgosha, Khosravifard, et Golkari, « Tooth eruption sequence and dental crowding : a case-control study », 2014.

Ces résultats sont mis en lien avec ceux observés par Bradley : un retard d'éruption des canines permanentes mandibulaires est associé à un manque d'espace disponible sur l'arcade, et à ceux de Lange observant ainsi que dans le cas des séquences PM1-C-PM2 il y avait plus d'encombrement dentaire observés à la mandibule qu'en cas de séquence C-PM1-PM2. La réalisation systématique d'une panoramique en cas de denture mixte est donc conseillée afin de mettre en évidence le plus précocement possible les risques de manque de place et de prévenir ces derniers.⁸⁹

Dans le tableau 13, le diamètre mésio-distal des dents a un impact sur le risque de développer un encombrement. En effet, on observe que ce diamètre dentaire est plus important que la moyenne (groupe témoin sans encombrement) chez les enfants ayant un encombrement dentaire, et à l'inverse ce diamètre est plus faible que la moyenne pour les enfants présentant une denture avec diastèmes. Cette macrodontie ou microdontie relative par rapport à la norme pourrait donc avoir un impact direct sur la place disponible sur arcade, expliquant les encombrements ou diastèmes. Sa comparaison avec la longueur d'arcade disponible ainsi qu'avec le diamètre mésio-distal des molaires temporaires pourraient nous aider à déduire le gain éventuel de leeway lors du changement de dentition d'une

⁸⁹ Moshkelgosha, Khosravifard, et Golkari.

part, et d'autre part en quoi les séquences d'éruption de C, PM1, PM2 sont un facteur supplémentaire à prendre en considération sur l'espace futur disponible.⁹⁰

Cependant une insuffisance initiale de la longueur d'arcade est un facteur majeur dans la création de possibles encombrements futurs.

Nance a décrit une moyenne de 0,9 mm de gain en moyenne par quadrant au maxillaire, et de 1,7 mm par quadrant à la mandibule. Le leeway diffère pourtant selon les individus, la variation observable à la mandibule de gain de leeway est de 0 à 4 mm lors du changement de dentition.⁹¹ Ces variations observées sont donc calculées quel que soit la séquence d'éruption de C, PM1 et PM2. Il serait cependant intéressant d'étudier l'influence de la séquence d'éruption sur le gain quantitatif de leeway.

La prédiction des diamètres mésio-distaux des canines et prémolaires permanentes encore incluses est une méthode intéressante pour estimer les éventuels manques d'espace par exemple associés à leur mise en place sur arcade. Il s'agit donc également indirectement d'une technique permettant de supposer la séquence d'apparition de C, PM1 et PM2 sur arcade, séquence dépendant de l'espace disponible et des obstacles possibles sur le chemin d'éruption.

Il serait plus facile de déterminer l'espace disponible au début de la phase d'éruption des C, PM1 et PM2, afin d'organiser par la suite la prise en charge la plus efficace possible.⁹²

⁹⁰ Puri et al., « Biometric study of tooth size in normal, crowded, and spaced permanent dentitions ».

⁹¹ Allen, Trojan, et Harris, « Evidence favoring a secular reduction in mandibular leeway space ».

⁹² Ingervall et Lennartsson, « Prediction of breadth of permanent canines and premolars in the mixed dentition ».

Tableau 13 : Comparaison des diamètres mésio-distaux des dents permanentes au sein d'arcades mandibulaires, et leurs répartitions au sein d'arcades présentant des encombrements dentaires, des espaces ou témoins normales.

Table X. Comparison of MD width of teeth in mandibular arch

Side	n	Tooth type	Crowded		Spaced		Normal		ANOVA	Significance
			Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	P value	
Right	40	I1	5.69	0.47	5.24	0.41	5.52	0.45	.00007 [†]	S
	40	I2	6.25	0.40	5.78	0.38	6.03	0.44	.00001 [†]	S
	40	C	6.94	0.35	6.56	0.45	6.74	0.44	.00055*	S
	40	P1	7.37	0.41	6.75	0.48	6.83	0.47	.00000 [†]	S
	40	P2	7.38	0.56	6.68	0.53	6.93	0.49	.00000 [†]	S
Left	40	I1	5.72	0.44	5.23	0.42	5.56	0.39	.00000 [†]	S
	40	I2	6.33	0.39	5.67	0.39	5.98	0.44	.00000 [†]	S
	40	C	6.92	0.39	6.48	0.44	6.75	0.44	.00004 [†]	S
	40	P1	7.28	0.39	6.74	0.42	6.84	0.50	.00000 [†]	S
	40	P2	7.32	0.49	6.72	0.57	6.91	0.46	.00000*	S

* $P \leq .01$; [†] $P \leq .001$; S, significant; NS, not significant; I1, central incisor; I2, lateral incisor; C, canine; P1, first premolar; P2, second premolar.

Source : Puri et al., « Biometric study of tooth size in normal », 2007.

Des méthodes existent donc pour déterminer à l'avance l'espace nécessaire disponible en mésio-distal de C, PM1 et PM2. Parmi celles-ci, l'utilisation de rétro-alvéolaires dans l'estimation des diamètres mésio-distaux des C, PM1 et PM2 est une méthode dont la significativité des mesures varient selon les études. Une autre méthode est l'étude d'une dent référence – comme la PM1 au maxillaire - qui selon son diamètre, et parce qu'elle arrive avant C et PM2, permettrait de déterminer les $\frac{3}{4}$ de la variance de la somme totale des prémolaires et canines permanentes maxillaires. Cette 2^{nde} méthode est cependant moins efficace et sûre.

Tableau 14 : Comparaison des diamètres mésio-distaux des dents permanentes au sein d'arcades maxillaires, et leurs répartitions au sein d'arcades présentant des encombrements dentaires, des espaces ou témoins normales.

Table IX. Comparison of MD width of teeth in maxillary arch

Side	n	Tooth type	Crowded		Spaced		Normal		ANOVA	Significance
			Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	P value	
Right	40	I1	8.92	0.49	8.36	0.75	8.59	0.55	.00035 [†]	S
	40	I2	7.27	0.43	6.65	0.62	6.86	0.53	.00001 [†]	S
	40	C	7.83	0.36	7.55	0.53	7.72	0.36	.01575*	S
	40	P1	7.17	0.35	6.75	0.55	7.00	0.44	.00043 [†]	S
	40	P2	6.88	0.37	6.47	0.51	6.70	0.37	.00015 [†]	S
Left	40	I1	8.96	0.49	8.41	0.68	8.67	0.54	.00024 [†]	S
	40	I2	7.34	0.56	6.81	0.62	6.98	0.65	.00061 [†]	S
	40	C	7.88	0.52	7.64	0.48	7.70	0.49	.10237	NS
	40	P1	7.33	0.61	6.87	0.53	7.03	0.43	.00078 [†]	S
	40	P2	6.94	0.47	6.53	0.70	6.71	0.40	.00375*	S

* $P \leq .01$; [†] $P \leq .001$; S, significant; NS, not significant; I1, central incisor; I2, lateral incisor; C, canine; P1, first premolar; P2, second premolar.

Source : Puri et al., « Biometric study of tooth size in normal », 2007.

3.1.2. Maintien du leeway et thérapeutiques selon la présence ou non de dysharmonie dento-maxillaire

La plupart des pertes d'espaces concernent moins de 4,5 mm⁹³, et peuvent ainsi être résolues par le maintien du leeway en cas de denture mixte⁹⁴. Cette préservation de la longueur d'arcade mandibulaire peut se faire :

- soit via un arc lingual : en cas de perte prématurée des molaires temporaires, ou à partir de l'exfoliation des molaires temporaires lorsqu'un encombrement est déjà observé.
- soit par la mise en place d'un lip bumper après le début d'apparition des PM1 mandibulaires dans la cavité buccale.

L'utilisation d'un arc lingual à la mandibule pour éviter la perte d'espace permet non seulement le maintien du leeway, mais il est observé une augmentation de longueur et de largeur d'arcade d'environ 0,5 mm. Ainsi, bien que le gain soit peu important, l'appellation commune d'action « passive » de l'arc lingual serait à revoir, et une des hypothèses sur l'action active associée au mouvement réalisé par l'arc lingual serait un repositionnement distal des molaires.

Dans un cas de perte précoce des canines temporaires, l'arc lingual permettrait d'éviter la linguo et disto-version des incisives mandibulaires qui pourraient entraîner une perte de longueur d'arcade. Dans un cas d'éruption des incisives latérales en position linguale des incisives centrales, l'arc lingual permet également d'éviter la perte de longueur d'arcade totale.

De plus, malgré les outils à notre disposition pour supposer d'un futur encombrement dentaire possible, il n'est pas envisageable encore, en traitement précoce de denture mixte dès la perte précoce de la canine temporaire, de réaliser des extractions pilotées. En effet, il n'est pas encore possible de prévoir totalement la position sur arcade des dents permanentes encore incluses, en raison de la croissance non prédictible de la longueur et de la largeur de l'arcade.⁹⁵ Une autre justification à ne pas réaliser d'extractions pilotées à ce stade est l'absence de différence significative dans la prévention de la mise en place d'encombrement dentaire selon Ringenberg, entre deux groupes d'études, l'un réalisé avec extractions pilotées dès la perte précoce de la canine, et l'autre sans.

⁹³ Puri et al., « Biometric study of tooth size in normal, crowded, and spaced permanent dentitions ».

⁹⁴ Gianelly, « Leeway space and the resolution of crowding in the mixed dentition ».

⁹⁵ Gianelly.

Ainsi l'utilisation de l'arc lingual est préconisée en maintien de longueur d'arcade jusqu'à l'apparition des 1^{ères} prémolaires, moment à partir duquel la décision d'extractions pilotées a plus de poids, l'ensemble des possibles changements liés au développement et à la croissance ayant ainsi déjà eu lieu. Le traitement post-arc lingual se fait lors de l'éruption des PM1. C'est à ce moment-là qu'une analyse de l'espace disponible est nécessaire. Ainsi un manque d'espace de 2 mm mènera à la mise en place du lip bumper après l'arc lingual, alors qu'un manque supérieur à 2 mm peut mener à une décision d'extractions pilotées.

Le lip bumper est quant à lui également utilisé pour maintenir et même augmenter la longueur d'arcade. Son action d'augmentation repose sur une action à la fois distalante des molaires et de vestibulisation des incisives. Un gain allant jusqu'à 1 mm de longueur de d'arcade peut être obtenu dès 3 mois de port. La composition du lip bumper comme le rythme des activations joue également un rôle dans le temps d'augmentation de la longueur d'arcade : étant ainsi plus bénéfique à 4-5 semaines d'activations contrairement à tous les 2-3 mois. Un traitement au lip bumper permet ainsi d'obtenir une augmentation de périmètre d'arcade de 4,1 mm en moyenne, c'est un mainteneur d'espace dit « actif ». Cependant, la stabilité obtenue de l'expansion notamment via un mouvement de vestibulisation des incisives n'est pas durable, et que des risques de récurrences dus aux muscles labiaux, ainsi que des dommages des tissus parodontaux de soutien peuvent apparaître. Ces risques de récurrences seraient ainsi augmentés dès lors que l'expansion obtenue était de 1mm ou plus.⁹⁶ Le lip bumper est généralement installé dès l'éruption des PM1, afin de maintenir le plus possible l'espace au niveau des futurs PM2, et l'obtention d'un gain d'1mm de longueur d'arcade est alors beaucoup plus facile au moment de transition entre exfoliation des 2^{èmes} molaires temporaires et des PM2.

L'expansion transversale maxillaire en cas de DDM : 2 mm en inter-canine qui se rétracte par la suite en 1,1 mm (et permet à la mandibule de ne gagner que 0,8 mm car mandibule pas de suture.) Ces outils thérapeutiques (mainteneurs d'espace, arcs linguaux, lip bumper, etc.) sont préconisés en cas de prévention de perte d'espace à DDM faible à modérée. Dans le cas d'une perte d'espace avec un encombrement > 6-7 mm, il est nécessaire d'extraire des dents permanentes afin de préserver l'intégrité et le niveau de soutien des tissus mous, ainsi que l'esthétique faciale.

Ces « extractions pilotées », dont la séquence d'extractions varient selon l'auteur (Dewel, Tweed, Moyers), reposent toutes sur une extraction de PM1 afin d'obtenir de l'espace sur l'arcade. Ainsi ces traitements se basent sur l'apparition induite de la PM1, avant C et PM2, sur arcade pour obtenir le gain d'espace optimal.

⁹⁶ Gianelly.

Ces techniques d'extractions pilotées reposent donc sur l'observation des séquences d'éruption favorables, pour les manipuler à profit dans un cadre de traitement de DDM sévère.

Le traitement d'une canine ectopique est quant à lui également essentiel, d'un point de vue non seulement parodontal pour la canine en question, mais notamment lorsque l'éruption de C suit les 2 prémolaires et que la 1^{ère} molaire a une position mésialée⁹⁷.

La prise en charge du leeway comme facteur déterminant dans la mise en place d'une occlusion fonctionnelle est essentielle mais doit donc prendre en considération la séquence d'éruption. Différentes méthodes - telles que les extractions pilotées par exemple - pourraient favoriser une séquence d'éruption par rapport à une autre, et permettre cette bonne occlusion.

3.2. Séquence d'éruption, influence et traitement selon la classe squelettique et la typologie de croissance

Au maxillaire, les deux séquences différentes observées en fonction du sexe sont considérées en adéquations avec le maintien de l'espace et permettent ainsi d'éviter la dérive médiale des 1^{ères} molaires.

La classification squelettique se fait en fonction de la relation antéro-postérieure des bases osseuses maxillaires et mandibulaire.

La typologie de croissance quant à elle se fait soit :

- en rotation antérieure de l'axe mandibulaire, aussi appelée hypodivergence, définie par un angle FMA (soit l'angle formé par le plan mandibulaire et le plan de Francfort) inférieur à 22°.
- en normodivergence, soit une croissance de la mandibule considérée dans un intervalle dit normal de FMA, entre 22 et 30°.
- en rotation postérieure de l'axe mandibulaire, aussi appelée hyperdivergence, soit une divergence excessive du schéma squelettique par rapport aux plans squelettiques choisis, selon l'analyse utilisée, et définie par un angle FMA supérieur à 30°.

En cas d'hyperdivergence, il est à noter que les canines permanentes maxillaires auraient une éruption significativement plus précoce que pour les autres schémas de croissance, lorsque l'on compare leur schémas de maturité avec la méthode CVM (soit de maturation cervico-vertébrale.)⁹⁸

⁹⁷Wedl et al., « Eruption times of permanent teeth in teenage boys and girls in Izmir (Turkey) ».

⁹⁸ Baccetti et al., « Eruption of the maxillary canines in relation to skeletal maturity ».

L'éruption dentaire semble présenter une corrélation faible avec la croissance faciale et du reste du corps, avec une absence de d'influence significative dans le cas de l'éruption des C, PM1 et PM2, quel que soit le type de malocclusions squelettiques (classe I, classe II et classe III). Seule l'éruption des 2èmes molaires maxillaires en cas de classe III squelettique associée à une rétrognathie maxillaire notamment, et les molaires mandibulaires en cas de classe II squelettique avec une rétrognathie mandibulaire associée, semblent présenter un retard d'éruption significative.

3.3. La séquence d'éruption de C, PM1 et PM2 : un enjeu et rôle déterminants en odontologie pédiatrique

Ainsi il est à noter que les séquences d'éruption de C, PM1 et PM2 présentent des similarités d'expression⁹⁹ :

- les ordres d'éruption sont symétriques pour chaque arcade,
- généralement plus précoces chez les filles par rapport aux garçons,
- au maxillaire, les ordres d'apparition des dents sont identiques pour les filles et les garçons, soit : PM1, PM2, C
- A la mandibule, les ordres d'apparition des dents sont identiques pour les filles et les garçons soit : C, PM1, PM2.
- Des spécificités géographiques, ethniques existent, avec des séquences d'éruption pouvant différer.
- l'éruption de la C avant PM1 et PM2 aide à maintenir l'espace à la mandibule.
- Ces ordres d'éruption tendent à favoriser un maintien de l'espace lors des changements de dentition, voir un gain d'espace.
- A contrario, les caries et extractions précoces peuvent entraîner une perte d'espace par dérive mésiale (ou distale si canines) des dents adjacentes et une diminution de la longueur d'arcade.
- Un maintien de l'espace est alors nécessaire afin de maintenir voir augmenter l'espace disponible (leeway, lip bumper et autres mainteneurs...)

L'American Academy of Pediatric Dentistry en 2004, décrivait d'ailleurs l'importance du guidage de l'évolution dentaire dans les dentures temporaires, mixtes et permanentes permettant ainsi de « contribuer au développement d'une denture permanente avec une occlusion stable, fonctionnelle et esthétiquement acceptable et à un développement dentaire. » (trad. Dr Courson).

⁹⁹ Hernández, Espasa, et Boj, « Eruption chronology of the permanent dentition in Spanish children ».

Conclusion

Il est important de connaître à la fois les moyennes d'âge d'éruption¹⁰⁰, mais également les marges normales de variations afin de pouvoir déterminer si le développement dentaire est normal, prématuré ou en retard, et afin d'adopter une prise en charge adaptée et optimale dans le temps.

L'accélération de la croissance physique des enfants depuis les cent dernières années, ne se reflète pas encore dans l'éruption des dents d'après Parner et al.¹⁰¹ L'éruption est pour eux un phénomène physique et physiologique qui serait bien plus stable que les autres aspects du développement physique des enfants. Wedl et al. sont toutefois plus nuancés et, bien que l'absence d'accélération ait été observée au sein de leur étude, assument que celle-ci s'est sans doute terminée, atteignant ainsi le point minimal possible pour l'éruption des dents permanentes.¹⁰²

D'autres facteurs comme l'augmentation des diamètres mésio-distaux des dents permanentes de la population d'origine caucasienne sont également à prendre en considération.¹⁰³ En effet, cette dernière tend à diminuer le leeway disponible, laissant ainsi moins de marge de manœuvre aux praticiens pour éviter l'installation de malocclusion.

¹⁰⁰Hernández, Espasa, et Boj.

¹⁰¹Parner et al., « A longitudinal study of time trends in the eruption of permanent teeth in Danish children ».

¹⁰²Wedl et al., « Eruption times of permanent teeth in teenage boys and girls in Izmir (Turkey) ».

¹⁰³ Allen, Trojan, et Harris, « Evidence favoring a secular reduction in mandibular leeway space ».

Bibliographie

- Allen, T. R., T. M. Trojan, et E. F. Harris. « Evidence favoring a secular reduction in mandibular leeway space ». *The Angle orthodontist* 87, n° 4 (2017): 576-82. <https://doi.org/10.2319/091416-688.1>.
- Alruwaihithi, M., A. Jumah, et S. Alsadoon. « Tooth ankylosis and its orthodontic implications ». *IOSR Journal of dental and medical sciences* 16, n° 2 (2017): 108-12. <https://doi.org/10.9790/0853-160201108112>.
- Baccetti, T., L. Franchi, S. De Lisa, et V. Giuntini. « Eruption of the maxillary canines in relation to skeletal maturity ». *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 133, n° 5 (2008): 748-51. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.10.031>.
- Bayrak, S., E. Sen Tunc, N. Tuloglu, et A. Acikgoz. « Timing of permanent teeth eruption in Turkish children ». *Journal of clinical pediatric dentistry* 37, n° 2 (2012): 207-11. <https://doi.org/10.17796/jcpd.37.2.8v072017534j0191>.
- Choukroune, C. « Altérations de l'éruption dans le cadre d'anomalies systémiques et génétiques : guide clinique ». *Revue d'orthopédie dento-faciale* 51, n° 3 (2017): 347-60. <https://doi.org/10.1051/odf/2017024>.
- Coutinho, S., P. H. Buschang, et F. Miranda. « Relationships between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity ». *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 104, n° 3 (1993): 262-68. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(05\)81728-7](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(05)81728-7).
- Dahlberg, A. A., et R. M. Menegaz-Bock. « Emergence of the permanent teeth in Pima Indian children ». *Journal of dental research* 37, n° 6 (1958): 1123-40. <https://doi.org/10.1177/00220345580370061201>.
- Dean, J. A., et E. G. Turner. « Eruption of the teeth : local, systemic, and congenital factors that influence the process ». In *Mcdonald and Avery's dentistry for the child and adolescent*, édité par J. A. Dean, J. E. Jones, et L. A. Walker Vinson, 10th ed., 349-75. St. Louis : Elsevier, 2016.
- Demirjian, A., H. Goldstein, et J. M. Tanner. « A new system of dental age assessment ». *Human biology* 45, n° 2 (1973): 211-27.
- Devraj, IM., N. Bhojraj, et D. Narayanappa. « Polymorphism in the eruption sequence of primary dentition : a cross-sectional study ». *Journal of clinical and diagnostic research* 11, n° 5 (2017): 72-74. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/27668.9909>.
- Diamanti, J., et G. C. Townsend. « New standards for permanent tooth emergence in Australian children ». *Australian dental journal* 48, n° 1 (2003): 39-42.
- Frazier-Bowers, S. A., C. P. Puranik, et M. C. Mahaney. « The etiology of eruption disorders : further evidence of a "genetic paradigm" ». *Seminars in orthodontics* 16, n° 3 (2010): 180-85. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2010.05.003>.
- Frazier-Bowers, S. A., D. Simmons, J. T. Wright, W. R. Proffit, et J. L. Ackerman. « Primary failure of eruption and PTH1R : the importance of a genetic diagnosis for orthodontic treatment planning ». *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 137, n° 2 (2010): 160.e1-160.e7. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.10.019>.
- Garib, D. G., S. Peck, et S. C. Gomes. « Increased occurrence of dental anomalies associated with second-premolar agenesis ». *The Angle orthodontist* 79, n° 3 (2009): 436-41. <https://doi.org/10.2319/021308-87.1>.
- Garn, S. M., et B. H. Smith. « Patterned asymmetry in tooth emergence timing ». *Journal of dental research* 59, n° 9 (1980): 1526-27. <https://doi.org/10.1177/00220345800590091901>.
- Gianelly, A. A. « Leeway space and the resolution of crowding in the mixed dentition ». *Seminars in orthodontics* 1, n° 3 (1995): 188-94. [https://doi.org/10.1016/S1073-8746\(95\)80022-0](https://doi.org/10.1016/S1073-8746(95)80022-0).
- Hernández, M., E. Espasa, et J. R. Boj. « Eruption chronology of the permanent dentition in Spanish children ». *The journal of clinical pediatric dentistry* 32, n° 4 (2008): 347-50.
- Ingervall, B., et B. Lennartsson. « Prediction of breadth of permanent canines and premolars in the mixed dentition ». *The Angle orthodontist* 48, n° 1 (1978): 62-69. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1978\)048<0062:POBOPC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1978)048<0062:POBOPC>2.0.CO;2).
- Kelmendi, J., M. Vodanović, F. Koçani, V. Bimbashi, B. Mehmeti, et I. Galić. « Dental age estimation using four Demirjian's, Chaillet's and Willems' methods in Kosovar children ». *Legal medicine* 33 (2018): 23-31. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2018.04.006>.
- Khan, N. « Eruption time of permanent teeth in Pakistani children ». *Iranian journal of public health* 40, n° 4 (2011): 63-73.

- Krarup, S., T. A. Darvann, P. Larsen, J. L. Marsh, et S. Kreiborg. « Three-dimensional analysis of mandibular growth and tooth eruption ». *Journal of anatomy* 207, n° 5 (2005): 669-82. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2005.00479.x>.
- Leroy, R., K. Bogaerts, E. Lesaffre, et D. Declerck. « The emergence of permanent teeth in Flemish children ». *Community dentistry and oral epidemiology* 31, n° 1 (2003): 30-39.
- Lo, R. T., et R. E. Moyers. « Studies in the etiology and prevention of malocclusion ». *American journal of orthodontics* 39, n° 6 (1953): 460-67. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(53\)90058-X](https://doi.org/10.1016/0002-9416(53)90058-X).
- Lucas-Rincón, S., N. Robles-Bermeo, E. Lara-Carrillo, R. J. Scougall-Vilchis, A. P. Pontigo-Loyola, V. Rueda-Ibarra, J. P. Loyola-Rodríguez, M. Escoffié-Ramirez, et C. E. Medina-Solís. « Interproximal caries and premature tooth loss in primary dentition as risk factors for loss of space in the posterior sector : a cross-sectional study ». *Medicine* 98, n° 11 (2019): 1-5. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000014875>.
- Moshkelgosha, V., N. Khosravifard, et A. Golkari. « Tooth eruption sequence and dental crowding : a case-control study » 3 (2014): 122. <https://doi.org/10.12688/f1000research.3196.1>.
- Parner, E. T., J. M. Heidmann, M. Vaeth, et S. Poulsen. « A longitudinal study of time trends in the eruption of permanent teeth in Danish children ». *Archives of oral biology* 46, n° 5 (2001): 425-31.
- Parner, E.T., J.M. Heidmann, I. Kjær, M. Væth, et S. Poulsen. « Biological interpretation of the correlation of emergence times of permanent teeth ». *Journal of dental research* 81, n° 7 (2002): 451-54. <https://doi.org/10.1177/154405910208100703>.
- Peck, L., S. Peck, et Y. Attia. « Maxillary canine-first premolar transposition, associated dental anomalies and genetic basis ». *The Angle orthodontist* 63, n° 2 (1993): 99-109. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1993\)063<0099:MCFPTA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1993)063<0099:MCFPTA>2.0.CO;2).
- Polder, B. J., M. A. Van't Hof, F. P. G. M. v. d. Linden, et A. M. Kuijpers-Jagtman. « A meta-analysis of the prevalence of dental agenesis of permanent teeth ». *Community dentistry and oral epidemiology* 32, n° 3 (2004): 217-26. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.2004.00158.x>.
- Puri, N., K. L. Pradhan, A. Chandna, V. Sehgal, et R. Gupta. « Biometric study of tooth size in normal, crowded, and spaced permanent dentitions ». *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 132, n° 3 (2007): 279.e7–279.e14. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.01.018>.
- Rhoads, S.G., H.M. Hendricks, et S. A. Frazier-Bowers. « Establishing the diagnostic criteria for eruption disorders based on genetic and clinical data ». *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 144, n° 2 (2013): 194-202. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.03.015>.
- Shalish, M., S. Peck, A. Wasserstein, et L. Peck. « Malposition of unerupted mandibular second premolar associated with agenesis of its antimeres ». *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 121, n° 1 (2002): 53-56. <https://doi.org/10.1067/mod.2002.120399>.
- Shaweesh, A. I. « Polymorphisms in sequence of permanent tooth emergence : a cross-sectional study on Jordanian children and adolescents ». *Acta odontologica scandinavica* 71, n° 1 (2013): 32-37. <https://doi.org/10.3109/00016357.2011.647068>.
- Stewart, J. A., G. Heo, K. E. Glover, P. C. Williamson, E. W.N. Lam, et P. W. Major. « Factors that relate to treatment duration for patients with palatally impacted maxillary canines ». *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 119, n° 3 (2001): 216–225. <https://doi.org/10.1067/mod.2001.110989>.
- Wedl, J. S., S. Danias, R. Schmelzle, et R. E. Friedrich. « Eruption times of permanent teeth in children and young adolescents in Athens (Greece) ». *Clinical oral investigations* 9, n° 2 (2005): 131-34. <https://doi.org/10.1007/s00784-004-0295-y>.
- Wedl, J. S., V. Schoder, F. a. S. Blake, R. Schmelzle, et R. E. Friedrich. « Eruption times of permanent teeth in teenage boys and girls in Izmir (Turkey) ». *Journal of clinical forensic medicine* 11, n° 6 (2004): 299-302. <https://doi.org/10.1016/j.jcfm.2004.04.007>.
- Zilberman, Y., E. Koyoumdjisky-Kaye, et A. Vardimon. « Estimation of mesiodistal width of permanent canines and premolars in early mixed dentition ». *Journal of dental research* 56, n° 8 (1977): 911-15. <https://doi.org/10.1177/00220345770560081301>.

Table des figures

Figure 1 : Comparaison des temps d'émergence des Incisives centrales, canines et 1ères prémolaires, entre les filles et les garçons, sous forme de courbe de probabilité, en fonction de l'âge	15
Figure 2 : Représentation en vue para-sagittale d'une arcade mandibulaire avec prévisualisation des points de repères de calcul en cas de risque modéré à sévère de DDM (avec pourcentage de DDM = $b/(a+b) \times 100$).....	39

Table des tableaux

Tableau 1 : Les âges médians d'éruption des dents permanentes en fonction du type d'études (longitudinales ou transversales.) C = Canine –PM ₁ = 1 ^{ère} prémolaire - PM ₂ = 2 ^{ème} prémolaire.....	7
Tableau 2 : Comparaison des moyennes Matrices présentant les fréquences d'âge d'éruption par paires de dents chez les enfants Australiens P1 = 1 ^{ère} prémolaire, C = canine, P2 = 2 ^{ème} prémolaire.....	10
Tableau 3 : Matrices présentant les fréquences d'âge d'éruption par paires de dents chez les enfants Australiens au maxillaire. P1 = 1 ^{ère} prémolaire, C = canine, P2 = 2 ^{ème} prémolaire.....	10
Tableau 4 : Matrices présentant les fréquences d'âge d'éruption par paires de dents chez les enfants Australiens à la mandibule.....	11
Tableau 5 : Table des âges d'émergence des dents permanentes (dont C-PM1-PM2) chez les enfants issus de la population flamande (avec médiane et Intervalle de confiance de 95 %.).....	16
Tableau 6 : Table des âges d'émergence des dents permanentes C-PM1-PM2 chez les enfants issus de la population flamande (médiane et intervalle de confiance de 95 %.).....	17
Tableau 7 : Table de des séquences d'éruption au maxillaire.....	33
Tableau 8 : Table de des séquences d'éruption à la mandibule.....	33
Tableau 9 : Table de fréquence d'apparition des séquences d'éruption au maxillaire et la mandibule (dont celles de C-PM-PM2-M2).....	34
Tableau 10 : Distribution de l'apparition des différentes classes d'Angle selon les variations de séquences d'éruption.....	34
Tableau 11 : Pourcentage d'apparition des différentes classes d'Angle molaire selon une séquence d'éruption favorable (Avec au maxillaire PM1-C-PM2 et à la mandibule C-PM1-PM2).	36
Tableau 12 : Comparaison des pourcentages moyen d'éruption des canines et 1 ^{ères} prémolaires et la moyenne de TSALD observée.....	40
Tableau 13 : Comparaison des diamètres mésio-distaux des dents permanentes au sein d'arcades mandibulaires, et leurs répartitions au sein d'arcades présentant des encombrements dentaires, des espaces ou témoins normales.....	42
Tableau 14 : Comparaison des diamètres mésio-distaux des dents permanentes au sein d'arcades maxillaires, et leurs répartitions au sein d'arcades présentant des encombrements dentaires, des espaces ou témoins normales.....	42

Vu, le Directeur de thèse

Vu, le Doyen de la Faculté de Chirurgie dentaire
de l'Université Paris Descartes

Docteur Frédéric COURSON

Professeur Louis MAMAN

Vu, le Président de l'Université Paris Descartes

Professeur Frédéric DARDEL

Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Louis MAMAN

Influence des séquences d'éruption canine/prémolaire lors du passage de la denture mixte à la denture adolescente jeune sur l'agencement intra et inter-arcade

Résumé :

Les séquences d'éruptions des canines, 1ères et 2èmes prémolaires varient selon les arcades - maxillaire ou mandibule - sous l'influence de nombreux facteurs. Selon l'ordre d'apparition de ces dents permanentes, les relations intra-arcade et inter-arcade ne sont pas les mêmes, et les conséquences dento-alvéolaires diffèrent. Le but de ce travail est donc d'établir une revue de la littérature de la chronologie d'éruption, et d'analyser en quoi la séquence d'éruption peut influencer les rotations intra et inter-arcades. Ainsi, d'un point de vue thérapeutique, agir sur ces séquences d'éruptions peut favoriser une relation occlusale favorable.

Discipline :

Odontologie pédiatrique

Mots clés français (fMeSH et Rameau) :

Éruption dentaire -- Dissertations universitaires ; Arcade dentaire -- Dissertations universitaires ; Canine -- Thèses et écrits académiques ; Prémolaire -- Thèses et écrits académiques

English keywords (MeSH) :

Tooth Eruption -- Academic Dissertations ; Dental Arch -- Academic Dissertations

Université Paris Descartes
Faculté de Chirurgie dentaire
1, rue Maurice Arnoux
92120 Montrouge