

UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2021

N°49

THÈSE

Présentée pour le Diplôme d'État de Docteur en Chirurgie Dentaire
le 30 septembre 2021

par

OHAYON Jérémy

né le 13/05/1994 à STRASBOURG

FACTEURS PRÉDICTIONNELS DE L'INCLUSION DE LA CANINE MAXILLAIRE EN POPULATION GÉNÉRALE ET CHEZ LE PATIENT PORTEUR DE FENTE LABIO- PALATINE : REVUE DE LA LITTÉRATURE

Président : Professeur MANIERE Marie-Cécile

Assesseurs : Docteur BAHI-GROSS Sophie

Docteur BOLENDER Yves

Docteur GROLLEMUND Bruno

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE DE STRASBOURG

Doyen : Professeur Corinne TADDEI-GROSS

Doyens honoraires : Professeur Robert FRANK

Professeur Maurice LEIZE

Professeur Youssef HAIKEL

Professeur émérite : Professeur Henri TENENBAUM

Responsable des Services Administratifs : Mme Marie-Renée MASSON

Professeurs des Universités

Vincent BALL	Ingénierie Chimique, Energétique - Génie des Procédés
Agnès BLOCH-ZUPAN	Sciences Biologiques
François CLAUSS	Odontologie Pédiatrique
Jean-Luc DAVIDEAU	Parodontologie
Youssef HAÏKEL	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Olivier HUCK	Parodontologie
Marie-Cécile MANIERE	Odontologie Pédiatrique
Florent MEYER	Sciences Biologiques
Maryline MINOUX	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Anne-Marie MUSSET	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
Corinne TADDEI-GROSS	Prothèses
Béatrice WALTER	Prothèses
Matthieu SCHMITTBUHL	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique - Radiologie

Délégation (Juin 2024)

Maîtres de Conférences

Youri ARNTZ	Biophysique moléculaire
Sophie BAHİ-GROSS	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
Yves BOLENDER	Orthopédie Dento-Faciale
Fabien BORNERT	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
Claire EHLINGER	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Olivier ETIENNE	Prothèses
Gabriel FERNANDEZ	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
DE GRADO	
Florence FIORETTI	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Catherine-Isabelle GROS	Sciences Anatomiques et Physiologiques - Biophysique - Radiologie
Sophie JUNG	Sciences Biologiques
Nadia LADHARI	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique

Disponibilité (Déc. 2021)

Davide MANCINO	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Damien OFFNER	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
Catherine PETIT	Parodontologie
François REITZER	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Martine SOELL	Parodontologie
Marion STRUB	Odontologie Pédiatrique
Xavier VAN BELLINGHEN	Prothèses
Delphine WAGNER	Orthopédie Dento-Faciale
Etienne WALTMANN	Prothèses

Equipes de Recherche

Nadia JESSEL	INSERM / Directeur de Recherche/Directrice d'UMR
Philippe LAVALLE	INSERM / Directeur de Recherche
Pierre SCHAFF	UdS / Professeur des Universités / Directeur d'UMR
Bernard SENGER	INSERM / Directeur de Recherche

À Madame le Professeur Marie-Cécile MANIERE

Professeur des Universités

Praticien hospitalier

Unité fonctionnelle d'Odontologie Pédiatrique

*Merci de m'avoir fait l'honneur de présider ce jury de thèse.
Veuillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance.*

À Madame le Docteur Sophie BAHI-GROSS

Maître de Conférences des Universités

Praticien hospitalier

Unité fonctionnelle de Chirurgie Buccale

Merci de m'avoir fait l'honneur de diriger ce travail de thèse.

Merci pour l'excellence de votre enseignement et pour le

soutien sans faille que vous m'avez apporté durant

ma préparation de l'internat.

Veillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements

et le témoignage de mon plus grand respect.

À Monsieur le Docteur Yves BOLENDER

Maître de Conférences des Universités

Praticien hospitalier

Unité fonctionnelle d'Orthopédie Dento-Faciale

*Merci pour votre investissement au quotidien et pour l'excellence de votre
enseignement.*

*Les connaissances orthodontiques que vous nous avez transmises
sont une richesse qui m'accompagneront tout au long de ma carrière.*

*Veillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements
et le témoignage de mon plus grand respect.*

À Monsieur le Docteur Bruno GROLLEMUND

Praticien hospitalier

Unité fonctionnelle d'Orthopédie Dento-Faciale

*Merci de m'avoir fait l'honneur de diriger ce travail de thèse.
Votre implication dans la prise en charge des fentes labio-palatines et votre extrême
bienveillance à l'égard de ces patients sont un exemple que je tâcherai de suivre.
Merci pour l'excellence de votre enseignement et pour votre disponibilité dans la
préparation de ma thèse et de mon mémoire.
Veuillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements
et le témoignage de mon plus grand respect.*

UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2021

N°49

THÈSE

Présentée pour le Diplôme d'État de Docteur en Chirurgie Dentaire
le 30 septembre 2021

par

OHAYON Jérémy

né le 13/05/1994 à STRASBOURG

FACTEURS PRÉDICTIONNELS DE L'INCLUSION DE LA CANINE MAXILLAIRE EN POPULATION GÉNÉRALE ET CHEZ LE PATIENT PORTEUR DE FENTE LABIO- PALATINE : REVUE DE LA LITTÉRATURE

Président : Professeur MANIERE Marie-Cécile

Assesseurs : Docteur BAHI-GROSS Sophie

Docteur BOLENDER Yves

Docteur GROLLEMUND Bruno

Sommaire

I.	Introduction.....	6
II.	L'inclusion de la canine maxillaire en population générale	7
1.	Définitions	7
2.	Épidémiologie et étiologies	8
A.	Épidémiologie.....	8
B.	Étiologies.....	10
3.	Les facteurs prédictifs de l'inclusion en population générale.....	13
A.	Les facteurs prédictifs cliniques	14
a.	Les anomalies dentaires.....	14
i.	Les dimensions dentaires	15
ii.	Les anomalies touchant l'incisive latérale maxillaire.....	17
b.	Les malocclusions dentaires	17
i.	Le déficit transversal maxillaire	17
ii.	Les relations occlusales.....	19
B.	Les facteurs prédictifs radiologiques.....	21
a.	Sur l'orthopantomogramme	21
i.	Le développement radiculaire de la canine	21
ii.	La position mésio-distale de la canine	24
iii.	La position verticale de la canine	29
iv.	L'angulation de la canine.....	31
b.	Sur la téléradiographie de profil ou de face.....	35
i.	La maturité squelettique.....	35
ii.	Les critères céphalométriques	36
c.	Sur tomographie volumique à faisceau conique (Cone Beam Computed Tomography - CBCT)	40
III.	L'inclusion de la canine maxillaire chez le patient porteur de FLP	44
1.	Rappels sur les fentes faciales	44
A.	Définitions et formes cliniques	44
B.	Épidémiologie et étiopathogénie	45
a.	Épidémiologie.....	45
b.	Étiologies.....	48
2.	Les facteurs prédictifs de l'inclusion chez le patient porteur de fente labio-palatine	49

A.	Les facteurs prédictifs cliniques	49
a.	Les anomalies dentaires.....	49
i.	Les anomalies touchant l'incisive latérale maxillaire.....	50
ii.	Les dents surnuméraires	50
B.	Les facteurs prédictifs radiologiques.....	51
a.	Sur l'orthopantomogramme	51
i.	Le développement radiculaire de la canine	51
ii.	La position mésio-distale de la canine	51
iii.	La position verticale de la canine.....	53
iv.	L'angulation de la canine.....	55
C.	Les facteurs prédictifs chirurgicaux	57
a.	La greffe osseuse alvéolaire.....	57
b.	Le timing de greffe.....	58
IV.	Proposition de protocole d'étude visant à évaluer l'influence du timing de greffe osseuse alvéolaire sur l'inclusion canine.....	60
A.	Introduction et justification.....	60
B.	Matériel et méthodes.....	62
	Conclusions	66
	Annexe : matériel et méthodes du mémoire.....	69
	Références bibliographiques	72

Table des figures et tableaux

Figure 1 : âges moyens d'éruption des dents permanentes d'après Hurme (4).....	8
Figure 2 : éruption et alignement des dents antérieures maxillaires d'après Broadbent (41)	12
Figure 3 : angle formé entre la deuxième prémolaire mandibulaire en éruption et le plan mandibulaire (38).....	15
Figure 4 : mesure du diamètre mésio-distal des dents maxillaires sur moulages (71)	15
Figure 5 : mesures des diamètre inter-molaires et inter-canines maxillaires (71)	18
Figure 6 : dessins représentant les Classes d'Angle (86)	19
Figure 7 : vues latérales endo-buccales d'une Classe II division 1 (photographie de droite) et d'une Classe II division 2 (photographie de gauche) (source personnelle)	19
Figure 8 : stades de développement dentaire d'après Demirjan et al.(93,96).....	21
Figure 9 : stades de développement dentaire d'après Nolla (94,96).....	22
Figure 10 : stades de développement dentaire d'après Moorrees (95,96).....	22
Figure 11 : description de la position mésio-distale de la canine maxillaire d'après Ericson et Kurol (14).....	25
Figure 12 : D1 est la mesure millimétrique de la distance de la pointe canine à la ligne médiane (6)	25
Figure 13 : valeurs seuils et conduite à tenir en fonction du secteur et de l'inclinaison de la canine maxillaire en cours d'éruption (99)	28
Figure 14 : mesure de la position verticale de la canine par rapport au plan d'occlusion (69)	29
Figure 15 : mesure de l'angle α d'après Ericson et Kurol (14)	31
Figure 16 : mesure de l'angle entre la canine maxillaire et la première prémolaire maxillaire ou entre la canine et la ligne bi-condylienne	32
Figure 17 : classification CVM (110).....	36
Figure 18 : types de "bridging" de la selle turcique	38
Figure 19 : mesures relevées lors de l'analyse d'une téléradiographie de face par Sambataro et collaborateurs (117)	40
Figure 20 : mesures relevées lors de l'étude de la position d'une canine maxillaire incluse sur CBCT (132)	42
Figure 21 : les différentes formes cliniques de fentes (138).....	45
Figure 22 : mesure de la position verticale de la canine en secteurs d'après Hereman et al. (185)	54
Figure 23 : variables mesurées sur CBCT	65

Tableau 1 : évaluation de l'influence de l'édification radiculaire sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire	23
Tableau 2 : description des secteurs mésio-distaux d'Ericson et Kurol (14)	25
Tableau 3 : évaluation de l'influence de la position mésio-distale sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire	26
Tableau 4 : évaluation de l'influence de la position verticale sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire	30
Tableau 5 : évaluation de l'influence de l'inclinaison sur le risque d'inclinaison de la canine maxillaire	33
Tableau 6 : description des types de "bridging" de la scelle turcique.....	39
Tableau 7 : variables prédictives de l'inclusion de la canine maxillaire d'après une régression logistique multivariée par Naoumova et collaborateurs (133).....	43
Tableau 8 : évaluation de l'influence de la position mésio-distale sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire chez le patient porteur de FLP	52
Tableau 9 : évaluation de l'influence de la position verticale sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire chez le patient porteur de FLP	53
Tableau 10 : évaluation de l'influence de l'inclinaison sur le risque d'inclinaison de la canine maxillaire chez le patient porteur de FLP.....	55
Tableau 11 : données descriptives concernant les patients de l'échantillon	59

I. Introduction

L'inclusion des canines maxillaires est une anomalie d'éruption dentaire affectant 1 à 3% de la population générale et 10 à 20% des patients porteurs de fente labio-palatine.

Les dents incluses pouvant engendrer de nombreuses complications (résorptions radiculaires, ankylose...), leur diagnostic précoce permettrait la mise en place de mesures interceptives afin de normaliser leur chemin d'éruption. Un diagnostic précoce repose sur l'identification de facteurs prédictifs cliniques et radiologiques. De nombreuses études ont montré la fiabilité de certains facteurs en population générale. La prédictibilité de l'inclusion des canines maxillaires pour le patient porteur de fente labio-palatine est largement moins documentée malgré la haute prévalence de cette atteinte chez ces patients.

Le but de ce travail de thèse est de faire l'état des lieux des connaissances sur les facteurs prédictifs de l'inclusion des canines maxillaires, en population générale et pour le patient porteur de fente labio-palatine.

Nous aborderons dans un premier temps l'inclusion des canines maxillaires en population générale ainsi que ses facteurs prédictifs. Dans un second temps, nous étudierons les facteurs prédictifs de l'inclusion des canines maxillaires pour le patient porteur de fente labio-palatine.

Ce travail de thèse précède une étude clinique dans le cadre d'un mémoire de spécialité en orthopédie dento-faciale dont le but est de comparer le risque d'inclusion de la canine maxillaire pour le patient porteur de fente en fonction du timing de greffe osseuse alvéolaire : tardif *versus* précoce.

Ainsi, nous concluons par la proposition d'un protocole d'étude statistiquement robuste visant à évaluer l'impact du timing de greffe osseuse alvéolaire sur l'inclusion de la canine pour le patient porteur de fente.

II. L'inclusion de la canine maxillaire en population générale

1. Définitions

Le terme de « dent incluse » est généralement employé dans les études pour désigner toute anomalie du chemin d'éruption de la canine. Cependant, certains termes ont été définis pour désigner l'état de la dent à un moment donné, au cours de son éruption.

- **Dent retenue** : « dent **immature**, gênée dans son éruption, et qui conserve un potentiel évolutif. L'édification radiculaire n'est pas terminée (apex ouvert). Avec la maturation de la dent, la rétention évolue vers l'inclusion ou l'enclavement » (1)

- **Dent enclavée** : « dent **mature**, incluse ou non, dont l'éruption s'arrête du fait d'un obstacle. L'obstacle étant éliminé, une dent qui conserve un potentiel éruptif peut poursuivre son éruption. » (1)

- **Dent incluse** : « dent **mature** qui n'a pas fait son éruption après la date physiologique et dont le sac péri-coronaire ne présente pas de communication avec la cavité buccale. Une dent incluse est recouverte ou non de tissu osseux, mais totalement par la muqueuse buccale. » (1)

- **Dent ectopique** : « dent placée ou évoluant hors de la courbe de l'arcade, mais située dans le tissu osseux des mâchoires. » (2)

2. Épidémiologie et étiologies

A. Épidémiologie

- Âge normal d'éruption des canines maxillaires

La canine maxillaire est la dent présentant la plus longue période de développement ainsi que le trajet éruptif le plus long et « tortueux » depuis son point de formation jusqu'à sa position occlusale finale (3).

Dans les années 50, Hurme définit l'âge moyen d'éruption des dents permanentes présenté sous forme d'un diagramme (Figure 1). L'âge moyen d'éruption de la canine maxillaire est de 11,69 ans +/- 1,37 pour le garçon et de 10,98 ans +/- 1,37 pour la fille. D'après lui, l'éruption de la canine maxillaire est considérée tardive si elle survient après 12 ans chez la fille et après 13,1 ans chez le garçon (4).

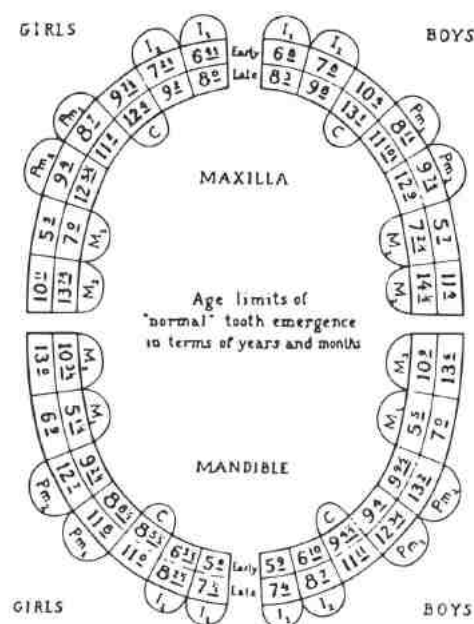


Figure 1 : âges moyens d'éruption des dents permanentes d'après Hurme (4)

En 2003, Rousset *et al.* actualisent ces données et déterminent un âge d'éruption plus précoce pour une population plus contemporaine : 11,08 ans +/- 0,42 pour le garçon

et 10,58 ans +/- 0,83 pour la fille (5). On remarque ainsi que l'éruption dentaire de manière générale est plus précoce chez la fille.

• Épidémiologie

L'inclusion des canines maxillaires est la plus fréquente après celle de la troisième molaire (6). Globalement, sa prévalence varie de 0,8 à 5,2% (7–13). Il est à noter que la prévalence varie selon l'ethnie : les populations caucasiennes sont plus touchées notamment que les asiatiques. En effet, Ericsson et Kurol (14) rapportent une prévalence de 1,7% pour une population suédoise contre 0,27% au Japon d'après Takahama (15).

Par ailleurs, il semblerait qu'il existe un dimorphisme sexuel dans la répartition de l'inclusion de la canine maxillaire, les femmes étant plus touchées que les hommes. La plupart des auteurs s'accordent sur un ratio moyen femme/homme de 2 pour 1 (8,10,13,16–21).

Il existe deux entités d'inclusion de la canine maxillaire aux étiologies différentes : l'inclusion palatine et l'inclusion vestibulaire. La forme palatine prédomine, représentant 80 à 85% des canines maxillaires incluses (8,22–26). Il est cependant à noter que ces chiffres sont pour la plupart issus d'études réalisées à l'aide d'imagerie en deux dimensions, qui n'est pas la plus adaptée pour déterminer la position vestibulo-palatine d'une dent (27–29).

Enfin, l'inclusion de la canine maxillaire est plus souvent unilatérale que bilatérale. D'après Cernochova et al. (22), la forme unilatérale est 2,8 fois plus fréquente que la forme bilatérale. Cette donnée est en accord avec d'autres auteurs décrivant des chiffres similaires (10,16).

B. Étiologies

Comme cela a été évoqué précédemment, les inclusions vestibulaire et palatine sont deux entités distinctes.

L'étiologie de l'inclusion de la canine maxillaire en position vestibulaire semble connue et validée. En 1983, Jacoby associe le manque d'espace et un déficit transversal maxillaire à l'inclusion en position vestibulaire (30). Cette théorie est également évoquée par Larsen *et al.* qui rapportent une largeur inter-molaires maxillaire réduite en cas d'inclusion vestibulaire (31).

L'étiologie de l'inclusion en position palatine est, elle, beaucoup plus incertaine et repose principalement sur deux théories :

- La théorie génétique, introduite par Peck *et al.* (19)
- La théorie du guidage, principalement défendue par Becker *et al.* (16)

• La théorie génétique

Plusieurs arguments semblent appuyer cette théorie (10,13,19,32–35) :

- L'existence d'une occurrence familiale
- Le dimorphisme sexuel (l'origine pourrait être chromosomique)
- L'occurrence bilatérale dans 17 à 45% des cas
- La différence de prévalence entre différentes ethnies
- L'association à de nombreuses anomalies dentaires.

En 1996, Pirinen *et al.* (36) relèvent une occurrence familiale parmi les 106 patients qu'ils opèrent pour une canine maxillaire incluse.

D'après Bjerklin *et al.* (37), certaines anomalies dentaires pourraient être associées à travers une origine génétique : l'ectopie des canines maxillaires, l'ectopie de la première molaire maxillaire, l'hyperdontie, l'hypodontie, la microdontie, l'infraclusion des molaires lactéales ou encore l'agénésie de l'incisive latérale maxillaire.

La plupart de ces anomalies se manifestent bien avant l'éruption de la canine maxillaire et leur identification précoce permettrait de mettre en place des mesures interceptives précoces de l'inclusion canine (37).

Enfin, d'après Shalish *et al.* (38), le gène *MSX1* serait impliqué dans la survenue des fentes oro-faciales, de l'agénésie de l'incisive latérale maxillaire et possiblement de l'inclusion de la canine maxillaire. Les gènes potentiellement impliqués restent cependant indéterminés à ce jour (39).

Cette théorie génétique est très largement critiquée par Becker et collaborateurs. D'après eux, si l'inclusion était réellement sous dépendance génétique, le pourcentage de formes bilatérales devrait être bien plus important. Ils s'appuient également sur une étude menée sur des jumeaux : les taux d'inclusion canine entre « vrais » et « faux » jumeaux étaient semblables, ce qui semble aller à l'encontre de la théorie génétique (40).

• **La théorie du guidage**

La théorie du guidage repose sur le mécanisme d'éruption et d'alignement des dents antérieures maxillaires décrit par Broadbent dans les années 40 (41) : à l'âge de 8-9 ans, la canine évoluant normalement avance en direction mésiale, reposant sur la face distale du tiers apical de l'incisive latérale adjacente. Ceci entraîne une convergence radiculaire des quatre incisives maxillaires, appelée « ugly duckling stage » (Figure 2).

Les canines évoluent par la suite en direction occlusale en prenant appui sur l'incisive latérale et au fur et à mesure de leur déplacement vers leur position finale, la pression exercée sur la région apicale de l'incisive diminue, permettant un redressement des incisives maxillaires.

Miller (42) et Bass (43) ont constaté qu'en cas d'agénésie de l'incisive latérale, les canines maxillaires étaient souvent retenues en position palatine. Ils ont émis l'hypothèse selon laquelle, en cas d'agénésie, la canine permanente ne bénéficierait pas du guidage offert par la face distale de la racine de l'incisive latérale.

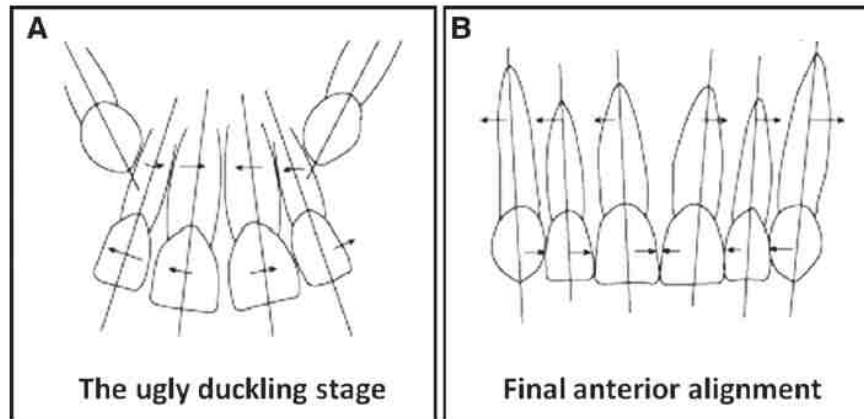


Figure 2 : éruption et alignement des dents antérieures maxillaires d'après Broadbent (41)

Par ailleurs, Becker et collaborateurs ont mené une étude sur un large échantillon de patients présentant des canines incluses palatines et ont trouvé une grande proportion d'incisives latérales anormales. Seule la moitié des incisives était normale alors que l'autre moitié était absente, riziforme ou de taille réduite dans 5,5%, 17% et 25% des cas respectivement (16). Il est à noter qu'en population générale, la proportion d'incisives latérales normales est de 93% (44), ce qui suggère un lien entre l'ectopie palatine des canines et les anomalies de l'incisive latérale adjacente (13,40,45–47).

Ainsi, en cas d'absence ou d'anomalie de forme ou de taille, l'incisive latérale ne pourrait plus jouer son rôle de guidage de la canine qui évolue alors en direction palatine (48,49). La canine maxillaire serait donc dépendante de son environnement.

Becker et collaborateurs notent néanmoins que les anomalies de l'incisive latérale maxillaires sont sous contrôle génétique (35,36,50,51) et concluent donc à une origine mixte de l'inclusion de la canine maxillaire :

- L'environnement immédiat de la canine serait influencé par des facteurs génétiques (anomalies de l'incisive latérale adjacente)
- L'éruption de la canine et sa direction seraient liées à des facteurs environnementaux de guidage.

• Les étiologies locales

Enfin, Becker et collaborateurs décrivent des étiologies locales pouvant perturber l'éruption de la canine maxillaire :

- Une **obstruction locale** : dent surnuméraire, odontome, persistance de la canine lactéale, anomalie de forme de la première prémolaire maxillaire (40,52,53)
- Une **pathologie locale** : granulome péri-apical de la canine lactéale, kyste dentigère, traumatisme facial et lacération des tissus mous se répercutant sur le maxillaire (40).

3. Les facteurs prédictifs de l'inclusion en population générale

Bien que le retard de diagnostic d'une canine incluse soit peu fréquent, il est essentiel d'identifier précocement toute anomalie d'éruption de cette dent et ce pour plusieurs raisons (54).

D'une part, la présence d'une canine en voie d'inclusion rend le traitement plus long, coûteux et complexe (8,55,56). D'autre part, elle peut causer de nombreuses complications telles qu'une ankylose, l'évolution vers l'inclusion ou la résorption des dents adjacentes dont l'incisive latérale qui est la plus touchée (14,23,46,57). Enfin, le traitement d'une canine incluse comporte souvent une traction orthodontico-chirurgicale pouvant avoir des conséquences telles qu'une perte osseuse ou la résorption des dents adjacentes (26,58).

L'identification de facteurs prédictifs permettrait la mise en place de mesures interceptives précoces afin de normaliser le trajet éruptif de la canine.

Bien que deux revues de la littérature concluent à l'insuffisance de preuves en faveur de l'interception (59,60), il semble important de tout mettre en œuvre pour éviter l'inclusion de la canine dont le traitement présente plus d'échecs à l'âge adulte que chez l'adolescent (69,5% de succès chez l'adulte et 100% de succès pour l'adolescent) (61).

A. Les facteurs prédictifs cliniques

a. Les anomalies dentaires

La valeur prédictive des anomalies dentaires est rarement décrite dans les études, cependant nombre d'entre elles sont fréquemment retrouvées chez le patient présentant une canine incluse (62).

Ces anomalies sont pour la plupart identifiables avant l'éruption de la canine maxillaire et permettrait alors, en cas de présence, de redoubler de vigilance à l'égard de la canine (9,17,63,64).

Les anomalies potentiellement associées aux canines incluses sont :

- L'incisive latérale maxillaire absente, riziforme ou microdonte (26,37,65,66)
- L'infracluse des molaires lactéales (34,67)
- L'ectopie des premières molaires maxillaires (37,68)
- L'éruption en direction distale des deuxièmes prémolaires mandibulaires (38,69)
- L'agénésie de la deuxième prémolaire (70)
- Le retard dentaire
- La transposition dentaire

Odeh et collaborateurs ont étudié les anomalies associées à l'infraclusion des molaires lactéales. L'inclusion de la canine maxillaire en position palatine était plus fréquente pour le groupe présentant une infraclusion des molaires lactéales par rapport au groupe contrôle : 14% contre 4% respectivement, cette différence étant statistiquement significative ($p < 0.01$) (67).

L'association entre l'éruption distale de la deuxième prémolaire mandibulaire et la canine palatine a été explorée notamment par Shalish et collaborateurs en 2009 (38). Leur étude rétrospective incluait deux groupes, l'un présentant une éruption ectopique de la prémolaire mandibulaire et l'autre servant de contrôle. Ils montrent une différence significative : l'inclinaison distale de la deuxième prémolaire mandibulaire était de 10° , en moyenne, plus élevée pour les patients présentant une canine palatine (Figure 3).

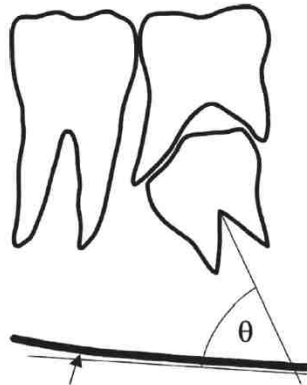


Figure 3 : angle formé entre la deuxième prémolaire mandibulaire en éruption et le plan mandibulaire (38)

i. Les dimensions dentaires

Les dimensions dentaires sont généralement mesurées dans le sens mésio-distal et dans le sens vestibulo-palatin.

- Le diamètre mésio-distal

Le diamètre mésio-distal est le plus souvent mesuré sur des moulages à l'aide d'un pied à coulisses ou d'outils informatiques (Figure 4).

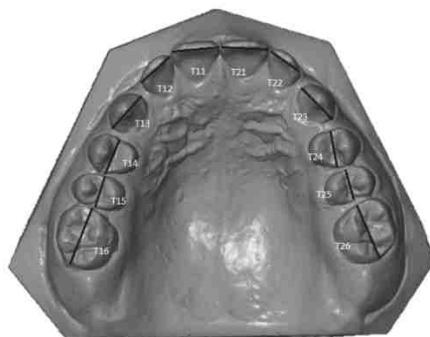


Figure 4 : mesure du diamètre mésio-distal des dents maxillaires sur moulages (71)

Globalement, les auteurs s'accordent sur des résultats similaires :

- Pour les canines palatines unilatérales, les dimensions mésio-distales entre le côté affecté et le côté sain sont semblables (72–74)
- Les dimensions mésio-distales des patients présentant une canine palatine sont inférieures aux patients des groupes contrôles représentant la population générale. D'après Naoumova et collaborateurs, toutes les dents maxillaires des patients présentant une canine incluse bilatérale sont 0,2 à 0,5mm plus étroites que leurs homologues en population générale (71). Cette observation n'est retrouvée que pour certaines dents pour les patients présentant une canine incluse unilatérale (les dents concernées sont : 12, 13, 14, 16, 23 et 34). Cet écart de 0,5mm avec le groupe contrôlé est également décrit par Becker et collaborateurs qui comparent 2 groupes : l'un présentant au moins une canine palatine et un groupe contrôle (73).

- Le diamètre vestibulo-palatin

Le diamètre vestibulo-palatin semble suivre la même tendance que le mésio-distal :

- Aucune différence de diamètre entre le côté affecté et le côté sain chez le patient présentant une canine palatine unilatérale (72–74)
- Les dimensions vestibulo-palatines sont réduites chez le patient présentant au moins une canine palatine par rapport au contrôle. Cette différence est de 0,2 à 0,6mm d'après Paschos et collaborateurs (9) et de 0,5mm pour Becker (73).

La potentielle association entre une variation de dimensions dentaires et les canines palatines n'est que très rarement le critère de jugement principal des études cherchant à identifier les facteurs prédictifs de l'inclusion canine.

Ainsi, aucune comparaison statistique n'est réellement menée, ne permettant donc pas de parler d'association ni de prédictibilité de l'inclusion de la canine maxillaire.

ii. Les anomalies touchant l'incisive latérale maxillaire

Les anomalies touchant l'incisive latérale maxillaire peuvent être une agénésie, une microdontie ou encore un aspect riziforme.

Malgré son rôle prépondérant supposé par la théorie du guidage, peu d'études s'intéressent à l'influence des anomalies de l'incisive latérale maxillaire sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire. Ces études, pour la plupart uniquement descriptives, s'accordent en faveur d'une influence de l'incisive latérale maxillaire (10,72,75–77).

Pour Brin et collaborateurs, environ 50% des patients présentant une canine palatine montraient au moins une anomalie de l'incisive adjacente (78).

Une des seules études menant une comparaison statistique a été réalisée par Leifert et collaborateurs en 2002, comparant 235 patients présentant au moins une canine palatine à un groupe contrôle de même effectif et apparié. L'aspect riziforme, la microdontie et l'agénésie de l'incisive latérale étaient statistiquement associés à la survenue de l'inclusion de la canine maxillaire. Les odds-ratios étaient de 4,130 ; 2,335 et 8,660 respectivement (70).

D'autres études, présentant une méthodologie plus adaptée, sont nécessaires afin d'évaluer fiablement la valeur prédictive des anomalies de l'incisive latérale maxillaire sur le risque d'inclusion de la canine adjacente.

b. Les malocclusions dentaires

i. Le déficit transversal maxillaire

Comme cela a été évoqué précédemment, il est reconnu que le manque d'espace peut être à l'origine de l'éruption ectopique de la canine maxillaire en position vestibulaire (30). Ainsi, de nombreuses études se sont intéressées à l'influence du périmètre d'arcade et de la dimension transversale du maxillaire (Figure 5) sur l'évolution ectopique en direction palatine de la canine.

Certaines études concluent à une influence des dimensions d'arcade :

- D'après Larsen (31) et Al-Nimri (77) les largeurs inter-prémolaires et inter-molaires maxillaires sont augmentées chez le patient présentant une canine palatine. Les différences de largeur avec le groupe contrôle allaient de 0,65 à 2,30 mm.
- D'autres auteurs mettent, eux, en évidence des dimensions d'arcades réduites chez le patient présentant une canine palatine (71,74,79). Il est cependant à noter que Naoumova et collaborateurs concluent à une largeur inter-molaires normale alors que la largeur inter-canines est réduite. Comme le souligne Lüdicke (80), la largeur inter-canines est un mauvais indicateur car directement influencée par l'absence de la canine maxillaire.



Figure 5 : mesures des diamètres inter-molaires et inter-canines maxillaires (71)

Néanmoins, la grande majorité des études s'accordent en défaveur de toute influence des dimensions d'arcade sur le risque d'inclusion palatine des canines maxillaires (11,65,72,81–85). C'est par exemple le cas pour Saiar et collaborateurs ayant comparé les distances inter-canines, inter-prémolaires et inter-molaires d'un groupe « canine palatine » à celles du groupe contrôle. À travers une régression logistique multivariée, ils trouvent que la seule variable ayant une influence est la distance inter-canines réduite. Cependant, les auteurs eux-mêmes, soulignent encore une fois le fait qu'aucune conclusion ne peut être tirée. En effet, cette distance réduite pourrait causer une évolution palatine de la canine maxillaire mais elle pourrait également être la conséquence de cette même évolution palatine.

Pour conclure, il semblerait que les dimensions d'arcade ne soient pas prédictives du risque d'inclusion de la canine maxillaire.

ii. Les relations occlusales

En plus des dimensions transversales, de nombreux auteurs se sont intéressés à l'association des canines palatines avec des malocclusions sagittales et/ou verticales.

Les Classes d'Angle (Figure 6) sont en général utilisées pour décrire les relations sagittales (86).

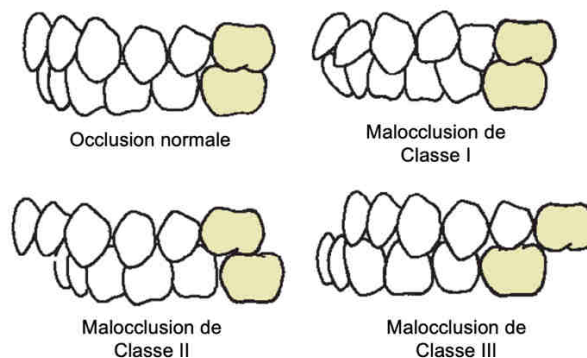


Figure 6 : dessins représentant les Classes d'Angle (86)

La plupart des auteurs décrivent une association entre la Classe II division 2 (Figure 7) et l'inclusion palatine de la canine maxillaire (11,72,77,80,87).

Cette malocclusion se caractérise par des relations molaires de Classe II, une palatoversion des incisives maxillaires et un recouvrement incisif généralement augmenté (88).



Figure 7 : vues latérales endo-buccales d'une Classe II division 1 (photographie de droite) et d'une Classe II division 2 (photographie de gauche) (source personnelle)

Al-Nimri et collaborateurs ont mené une comparaison de 34 patients présentant une canine palatine à un groupe contrôle. Les pourcentages de Classe II division 2 étaient de 44% et 15% respectivement, cette différence étant statistiquement significative (77).

Néanmoins, la plupart des études montrant une association entre une malocclusion sagittale et une canine palatine présentent un faible niveau de preuve du fait d'un design le plus souvent rétrospectif (89).

C'est en effet ce que critiquent Uribe et collaborateurs, dans une étude plus récente, qui ne retrouvent aucune association entre la canine palatine et l'ensemble des paramètres occlusaux (90). D'après eux, les précédents articles ne s'intéressent qu'à une variable (la Classe d'Angle) alors que l'inclusion palatine de la canine maxillaire semble être un phénomène multi-factoriel. Ainsi, ils ont mené une régression logistique multi-variée afin de tenir compte de nombreux paramètres.

Concernant le sens vertical, le faisceau de preuves retrouvées dans la littérature est assez pauvre. Certains auteurs estiment que l'inclusion palatine de la canine maxillaire est plus fréquente en cas de recouvrement incisif augmenté (ou supraclusion) (70,91) alors que d'autres défendent l'absence de toute association (72,90).

D'autres études sont nécessaires afin de conclure sur l'influence des malocclusions verticales.

L'ensemble des critères cliniques discutés dans cette partie ne peuvent être qualifiés de prédicteurs de l'inclusion canine. En effet, bien que certains soient fréquemment retrouvés, les études n'évaluent que très rarement leur valeur prédictive comme critère de jugement principal. Les critères radiologiques sont, eux, bien plus documentés et ont fait l'objet d'études très sérieuses et correctement menées.

B. Les facteurs prédictifs radiologiques

a. Sur l'orthopantomogramme

i. Le développement radulaire de la canine

La croissance et le développement d'un individu sont variables et peuvent être déviés par rapport à la moyenne. Ainsi, il est peu fiable de se baser sur l'âge chronologique d'un patient pour évaluer l'éventuel retard d'éruption d'une dent (53). Il est préférable d'évaluer l'âge dentaire notamment par le biais du degré d'édification de la dent (92). Trois principales méthodes sont utilisées dans les études pour estimer l'âge dentaire : celles de Demirjan (Figure 8), Nolla (Figure 9) et Moorrees (Figure 10) (93–95).





























Stade	Développement dentaire	Molaires	Prémolaires	Canines	Incives
A	Début de calcification des cuspidés, sous forme de cône(s) inversé(s), des dents monoradiculées et braduculées. Absence de fusion de ces points calcifiés.				
B	Fusion des points calcifiés en cuspidé(s) dessinant une surface occlusale bien délimitée.				
C	La formation de l'émail occlusale est achevée, son extension vers la région cervicale est observée. Début de dépôt dentinaire et apparition de contours courbes de la chambre pulpaire.				
D	Formation coronaire achevée jusqu'à la jonction amélocémentaire. La limite supérieure de la chambre pulpaire des dents monoradiculées présente une forme courbe, cervicalement concave. La chambre pulpaire des molaires a une forme trapézoïdale. Début de la formation radulaire sous forme de spicule.				
E	Dents monoradiculées : Les parois de la chambre pulpaire forment des lignes droites dont la continuité est interrompue par la corne pulpaire, qui est plus large que précédemment. La longueur de la racine est inférieure à la hauteur de la couronne. Dents pluriradiculées : La furcation radulaire apparaît sous forme de demi-lune. La longueur radulaire est inférieure à la hauteur coronaire.				
F	Dents monoradiculées : Les parois de la chambre pulpaire forment un triangle isocèle. L'apex finit en forme d'entonnoir. La longueur radulaire est égale ou supérieure à la hauteur coronaire. Dents pluriradiculées : La partie calcifiée de la furcation s'est développée pour former les racines et donner à leurs apex une forme d'entonnoir. La longueur radulaire est égale ou supérieure à la hauteur coronaire.				
G	Les parois pulpaires sont parallèles et l'apex est toujours partiellement ouvert (racine distale des molaires).				
H	L'apex est complètement fermé (racine distale des molaires) et l'épaisseur de la membrane parodontale autour de l'apex est uniforme.				

Figure 8 : stades de développement dentaire d'après Demirjan et al.(93,96)

Stades	Description	Schémas	
		Mandibule	Maxillaire
0	Absence de crypte		
1	Présence de crypte		
2	Calcification initiale		
3	Minéralisation d'un tiers de la couronne		
4	Minéralisation de 2 tiers de la couronne		
5	Formation de la couronne presque complète		
6	Formation de la couronne complète		
7	Formation d'un tiers de la racine		
8	Formation de 2 tiers de la racine		
9	Formation de la racine presque complète avec apex ouverts		
10	Formation radiculaire complète avec apex fermés		

Figure 9 : stades de développement dentaire d'après Nolla (94,96)

Stade	Symbole	Dents monoradiculées	Dents pluriradiculées
Formation initiale des cuspidés	C _i		
Fusion des cuspidés	C _{co}		
Formation complète de la bordure externe des cuspidés	C _{oc}		
1/5 de la couronne	Cr ₁₀		
2/5 de la couronne	Cr ₂₄		
Formation coronaire achevée	Cr _c		
Formation initiale de la racine	R _i		
Formation initiale de la fente pulpaire	Cl _i	—	
1/5 de la longueur radiculaire	R ₁₄		
2/5 de la longueur radiculaire	R ₁₂		
3/5 de la longueur radiculaire	R ₃₄		
Longueur radiculaire définitive	R _d		
Apex à moitié fermé	A ₁₂		
Apex fermé	A _c		

Figure 10 : stades de développement dentaire d'après Moorrees (95,96)

Le degré d'édification radulaire de la canine maxillaire est souvent relevé dans les études cherchant à identifier des facteurs prédictifs radiologiques de son inclusion. Les principaux résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous (Tableau 1).

Publication	Design de l'étude	Population (patients + canines incluses)	Âge moyen + écart-type en années	Influence sur le risque d'inclusion canine
Kokich <i>et al.</i> 2004 (97)				Oui
Sigler <i>et al.</i> 2011 (65)	EP	70 patients CI : NC	10,5 +/- 0,8	Oui
Baccetti <i>et al.</i> 2011 (69)	ECR	117 patients 178 CI	10,7 +/- 0,8	Oui
Sajnani <i>et al.</i> 2012 (98)	ER	111 patients 111 CI	NC	Non
Naoumova <i>et al.</i> 2018 (99)	ECR	67 patients 89 CI	11,5 +/- 0,9	Oui

Tableau 1 : évaluation de l'influence de l'édification radulaire sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire

EP : étude prospective ; ECR : essai contrôlé randomisé ; ER : étude rétrospective ; CI : canines incluses
NC : non communiqué

D'après la plupart des auteurs, le stade de développement radulaire serait prédictif du risque d'inclusion de la canine maxillaire (65,69,97,99). Naoumova *et al.*, dans un essai contrôlé randomisé, comparent un groupe contrôle à un groupe dans lequel la canine lactéale est extraite. Le développement radulaire initial des dents n'ayant pas fait éruption après un an de suivi était plus avancé que celui des dents ayant fait éruption, indépendamment du groupe d'étude (stade de Nolla de 8,9 en moyenne versus 8,1 en moyenne respectivement) (99).

Des conclusions similaires sont rapportées par Sigler et collaborateurs. D'après eux, le nombre de patients présentant initialement un stade 9 de Nolla était 2 à 4 fois plus important pour les canines n'ayant pas fait éruption par rapport à celles ayant fait éruption spontanément après la mise en œuvre de mesures interceptives (69).

Il est cependant à noter que ces études présentent deux écueils. Tout d'abord, les trois articles susmentionnés portent sur l'évaluation de l'efficacité de mesures interceptives de l'inclusion canine et non pas sur l'identification de potentiels facteurs prédictifs. Aucune de ces études n'a donc pour objectif principal, l'étude de l'influence du

développement radiculaire sur le risque d'inclusion canine. D'autre part, comme le soulignent Naoumova et collaborateurs, les patients ont été recrutés en se basant sur leur âge chronologique et non pas sur l'âge dentaire (99). Ceci constitue un potentiel biais de sélection pouvant fausser les résultats.

L'étude de Sajnani et collaborateurs comporte deux intérêts majeurs. D'une part, elle a pour objectif d'identifier des facteurs prédictifs radiologiques de l'inclusion canine sur un échantillon de 111 patients. D'autre part, du fait de l'inclusion de canines incluses unilatérales uniquement, chaque patient constitue son propre contrôle, ce qui garantit une comparabilité optimale. Il n'y avait aucune différence concernant le développement radiculaire initial de la canine maxillaire entre le côté sain et le côté présentant une inclusion (98).

En raison du faible nombre d'études, de leur design parfois inadapté et des nombreux biais qu'elles comportent, il n'est pas possible de conclure sur l'éventuelle influence du degré d'édification radiculaire sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire. D'autres études, s'intéressant principalement à ce paramètre, sont nécessaires.

ii. La position mésio-distale de la canine

La position mésio-distale ou horizontale de la canine maxillaire est le reflet direct d'une éventuelle déviation du chemin d'éruption normal de la dent. Comme cela a été évoqué précédemment, à l'âge de 8-9 ans, la canine permanente maxillaire se trouve normalement apicalement par rapport à la canine lactéale et pointe en direction du pan distal de la racine de l'incisive latérale homolatérale (53).

Afin de décrire la position horizontale des canines maxillaires, Ericson et Kurol ont développé une classification encore largement utilisée de nos jours (Figure 11) (Tableau 2) (14).

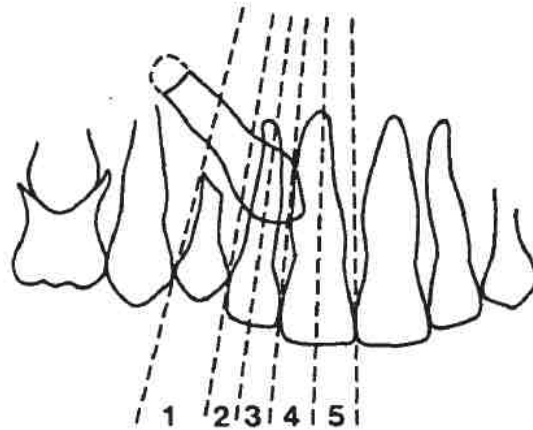


Figure 11 : description de la position mésio-distale de la canine maxillaire d'après Ericson et Kuroi (14)

Secteur	Description
1	Pointe canine située distalement par rapport à l'incisive latérale
2	Pointe canine située entre la face distale et l'axe longitudinal de l'incisive latérale
3	Pointe canine située entre l'axe longitudinal et la face mésiale de l'incisive latérale
4	Pointe canine située entre la face distale et l'axe longitudinal de l'incisive centrale
5	Pointe canine située mésialement à l'axe longitudinal de l'incisive centrale

Tableau 2 : description des secteurs mésio-distaux d'Ericson et Kuroi (14)

D'autres auteurs utilisent non pas une classification par secteurs mais plutôt une distance mesurée directement sur le cliché panoramique (Figure 12).

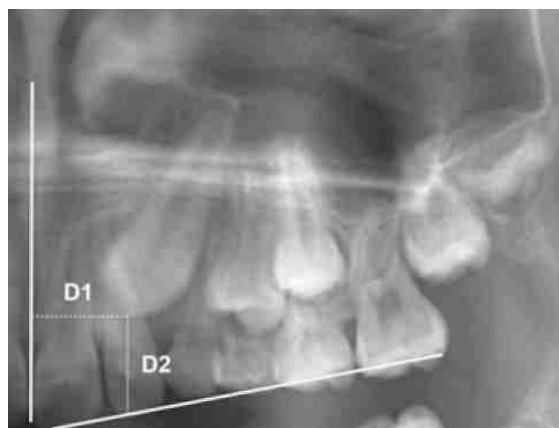


Figure 12 : D1 est la mesure millimétrique de la distance de la pointe canine à la ligne médiane (6)

La grande majorité des études s'intéressant aux facteurs prédictifs radiologiques de l'inclusion de la canine maxillaire relèvent la position mésio-distale de cette dernière. Les principaux résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous (Tableau 3).

Publication	Design de l'étude	Population (patients + canines incluses)	Âge moyen + écart-type en années	Influence sur le risque d'inclusion canine	Valeur seuil
Ericson et al. (1988) (14)	EP	35 patients 64 CI	NC	Oui	≥ secteur 2
Lindauer et al. (1992) (100)	ER	28 patients 41 CI	12,1 +/- 0,9	Oui	≥ secteur 2
Warford et al. (2003) (23)	ER	82 patients 160 CI	NC	Oui	≥ secteur 2
Smailiene et al. (2011) (101)	ER	50 patients 50 CI	13,5 +/- 2,2	Non	
Sigler et al. (2011) (65)	EP	70 patients CI : NC	10,5 +/- 0,8	Oui	
Sajnani et al. (2012) (98)	ER	111 patients 111 CI	NC	Oui	≥ secteur 2
Alqerban et al. (2016) (6)	ER	30 patients 30 CI	10,1 +/- 1,25	Oui	≤ 19,08 mm
Uribe et al. (2017) (90)	ER	45 patients 58 CI	14,2 +/- 3	Oui	
Naoumova et al. (2018) (99)	ECR	67 patients 89 CI	11,5 +/- 0,9	Oui	≥ Secteur 2 : interception nécessaire ≥ Secteur 4 : traction nécessaire
Malik et al. (2019) (102)	ER	33 patients 33 CI	NC	Oui	Pas de valeur seuil Toutes les CI étaient secteur 3 ou 4
Raes et al. (2020) (103)	ER	306 patients 494 CI	9,3 +/- 1,32	Oui	

Tableau 3 : évaluation de l'influence de la position mésio-distale sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire

EP : étude prospective ; ER : étude rétrospective ; ECR : essai contrôlé randomisé ; CI : canines incluses ; NC : non communiqué

Les études étaient pour la plupart rétrospectives et comportaient une comparaison entre un groupe contrôle et un groupe de patients présentant au moins une canine incluse.

Seuls Smailiene et collaborateurs ne trouvent aucune différence statistiquement significative de position entre les canines incluses et celles ayant fait éruption ($p > 0,05$) (101). Cependant, cette étude comporte certains biais compromettant ce résultat :

- Des canines en voie d'inclusion palatine, mais également vestibulaire, ont été incluses. Cependant, aucune différence n'a été faite lors de l'analyse des résultats, alors qu'il est bien connu que ces deux entités sont d'étiologie différente
- La majorité des canines palatines étaient secteur 3 alors que la plupart des canines vestibulaires étaient secteur 1. Le faible nombre de dents dans les autres secteurs ne garantit pas une puissance suffisante pour une analyse statistique fiable (101).

La majorité des auteurs s'accordent néanmoins quant à l'influence de la position horizontale de la canine sur son risque d'inclusion.

C'est par exemple le cas pour Lindauer et collaborateurs qui montrent que la majorité des canines maxillaires incluses étaient dans les secteurs 2, 3 ou 4. D'après eux, le chevauchement de la canine avec l'incisive latérale homolatérale permettrait de prédire 78% des inclusions (100).

Le secteur 2 est en effet très souvent présenté comme valeur seuil. Cela veut dire qu'à partir du secteur 2 compris, la canine maxillaire serait à risque accru d'inclusion. Ceci est retrouvé dans de nombreuses études ayant mené des régressions logistiques multivariées afin de prendre en compte plusieurs facteurs potentiels (6,23,90,99,103). Algerban et collaborateurs, entre autres, proposent un modèle prédictif dont l'aire sous la courbe (AUC) de la courbe ROC (receiver operator characteristic) est de 0,97. Cette valeur est excellente et signifie un taux d'erreur de prédictibilité de 3% uniquement. La distance de la pointe canine à la ligne médiane fait partie de ce modèle prédictif. Si cette dernière est inférieure à 19,08 mm, le risque d'inclusion de la canine maxillaire serait augmenté (6). D'après Warford et collaborateurs, chaque augmentation de secteur représenterait un risque 8,7 fois plus important d'inclusion (23).

Parmi ces études, il est intéressant de s'attarder sur l'essai contrôlé randomisé mené par Naoumova et collaborateurs en 2018. Un échantillon de 67 patients présentant au moins une canine en voie d'inclusion palatine a été randomisé en deux groupes : un contrôle et un autre dans lequel la canine lactéale était extraite. Cette étude a permis, d'une part, de valider la position horizontale comme critère prédictif. En effet, il existait une différence statistiquement significative de secteur entre les canines ayant fait éruption ou pas après un an de suivi ($p=0,005$). D'autre part, elle a permis de fournir des valeurs seuils ainsi qu'une conduite à tenir associée (Figure 13).

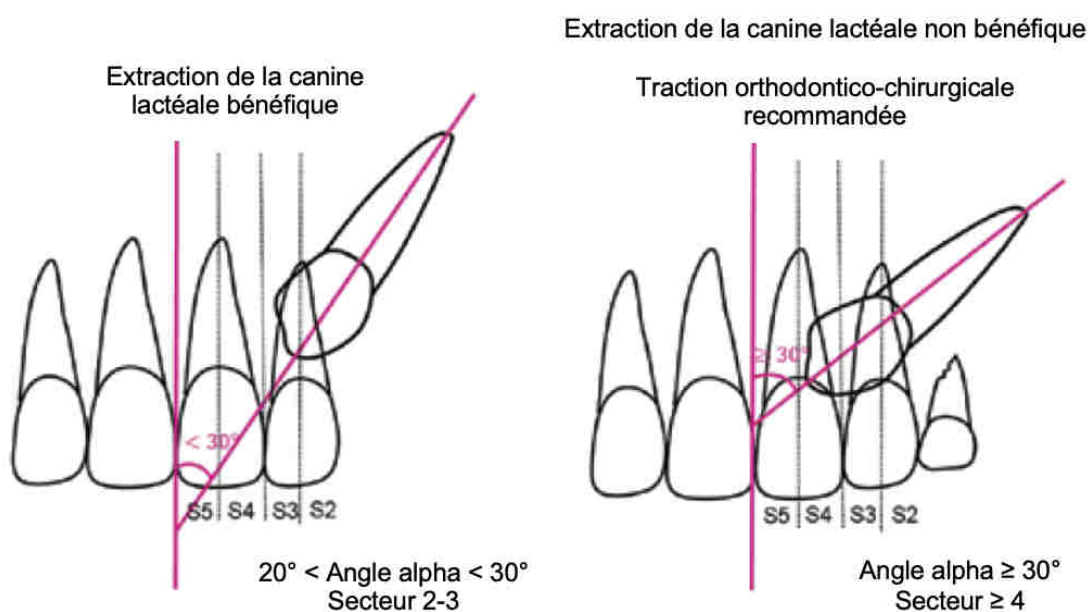


Figure 13 : valeurs seuils et conduite à tenir en fonction du secteur et de l'inclinaison de la canine maxillaire en cours d'éruption (99)

D'après les auteurs, une canine dans les secteurs 2 ou 3 est à risque d'inclusion et l'avulsion de la canine lactéale serait nécessaire afin de normaliser le trajet éruptif. De plus, l'interception serait défavorable pour une canine dans le secteur 4, ou supérieur, qui devrait plutôt être exposée chirurgicalement et tractée (99).

Pour conclure, la position mésio-distale de la canine en cours d'éruption semble être un des facteurs prédictifs les plus fiables de son risque d'inclusion. À partir du secteur 2 compris, la dent serait à risque et des mesures interceptives devraient être mises en œuvre.

iii. La position verticale de la canine

L'évaluation de la position tri-dimensionnelle de la canine maxillaire sur cliché panoramique comporte également la mesure de sa position verticale, décrite dans les premières publications d'Ericson et Kurol ainsi que Power et Short (14,104).

Le plus souvent, elle est décrite comme la distance de la pointe canine au plan d'occlusion.

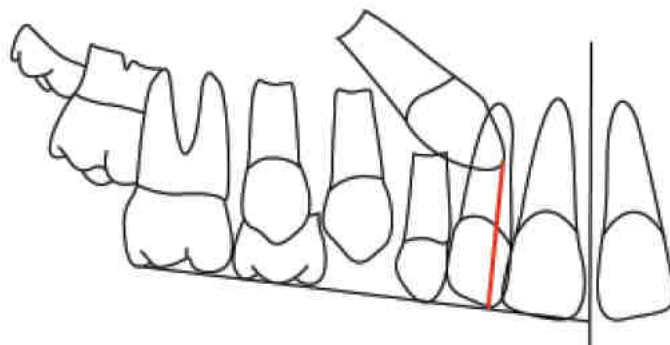


Figure 14 : mesure de la position verticale de la canine par rapport au plan d'occlusion (69)

La plupart des études s'intéressant aux facteurs prédictifs radiologiques de l'inclusion de la canine maxillaire relèvent la position verticale de cette dernière. Les principaux résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous (Tableau 4).

Publication	Design de l'étude	Population (patients + canines incluses)	Âge moyen + écart-type en années	Influence sur le risque d'inclusion canine	Valeur seuil
Power et al. (1993) (104)	EP	39 patients 47 CI	11,2 +/- 1,4	Non	
Smailiene et al. (2011) (101)	ER	50 patients 50 CI	13,5 +/- 2,2	Oui	≥ 12 mm
Sajnani et al. (2012) (98)	ER	111 patients 111 CI	NC	Oui	
Alqerban et al. (2016) (6)	ER	30 patients 30 CI	10,1 +/- 1,25	Oui	≥ 18,46 mm
Laurenziello et al. (2017) (105)	ER	109 patients 218 CI	9,34	Non	
Uribe et al. (2017) (90)	ER	45 patients 58 CI	14,2 +/- 3	Oui	
Naoumova et al. (2018) (99)	ECR	67 patients 89 CI	11,5 +/- 0,9	Non	
Malik et al. (2019) (102)	ER	33 patients 33 CI	NC	Oui	
Raes et al. (2020) (103)	ER	306 patients 494 CI	9,3 +/- 1,32	Oui	

Tableau 4 : évaluation de l'influence de la position verticale sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire

Parmi les neuf études présentées, trois concluent à l'absence d'influence de la position verticale initiale de la canine sur le risque d'inclusion (99,104,105), alors que les six autres montrent un risque d'inclusion plus important en cas de distance au plan d'occlusion augmentée (6,90,98,101–103).

Cependant, de ces six articles, seuls deux proposent des valeurs seuils à partir desquelles la canine est considérée à risque d'inclusion. D'après Smailiene et collaborateurs, si la distance au plan d'occlusion est supérieure à 12 mm, le risque d'inclusion est accru. En effet, seules 10% des canines de leur échantillon situées apicalement à ce seuil, ont fait éruption (101). Alqerban et collaborateurs fixent eux, à travers une régression logistique multivariée, un seuil à 18,46 mm. La différence de valeur par rapport à l'étude précédente peut s'expliquer par la différence de critères

d'inclusion. En effet, les patients inclus par Algerban et collaborateurs sont plus jeunes, de 3 ans en moyenne, ce qui expliquerait que le seuil soit plus élevé (6).

Au-delà de la position verticale initiale, certains auteurs se sont également intéressés à la distance parcourue par la canine au cours du suivi. C'est le cas par exemple de Sajnani et collaborateurs qui rapportent une distance parcourue entre 5 et 12 ans de 3,3 mm en moyenne pour les canines incluses palatines et de 18,2 mm en moyenne pour les canines controlatérales saines (98).

Pour conclure, l'influence de la position verticale sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire semble moins évidente. Malgré une majorité d'articles lui attribuant une valeur prédictive, très peu fournissent de valeurs seuils. De plus, lorsque cette valeur seuil est déterminée, elle semble être étroitement influencée par l'âge du patient.

D'autres études sont nécessaires afin de préciser l'éventuelle valeur prédictive de la position verticale et afin de déterminer des seuils utilisables par le clinicien, éventuellement en fonction de la classe d'âge du patient.

iv. L'angulation de la canine

L'évaluation de la position tri-dimensionnelle de la canine maxillaire sur cliché panoramique comporte également la mesure de son inclinaison, décrite dans la première publication d'Ericson et Kurol (14).

Le plus souvent, elle est mesurée par l'angle α formé par le grand axe de la canine et la ligne médiane (Figure 15).

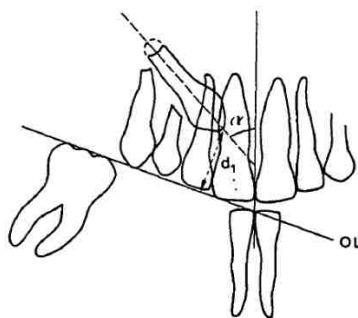


Figure 15 : mesure de l'angle α d'après Ericson et Kurol (14)

D'autres auteurs préfèrent cependant relever l'inclinaison de la canine maxillaire par rapport à d'autres structures comme la première prémolaire homolatérale ou la ligne bi-condylienne (Figure 16) par exemple (6,23).

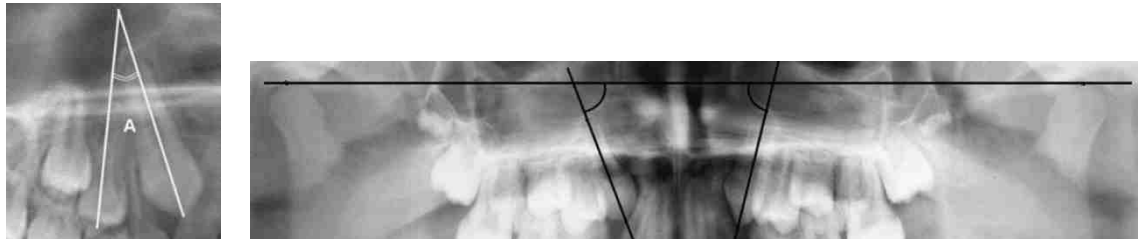


Figure 16 : mesure de l'angle entre la canine maxillaire et la première prémolaire maxillaire ou entre la canine et la ligne bi-condylienne

La plupart des études s'intéressant aux facteurs prédictifs radiologiques de l'inclusion de la canine maxillaire relèvent l'inclinaison de cette dernière. Les principaux résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous (Tableau 5).

Publication	Design de l'étude	Population (patients + canines incluses)	Âge moyen + écart-type en années	Influence sur le risque d'inclusion canine	Valeur seuil
Ericson <i>et al.</i> (1988) (14)	EP	35 patients 64 CI	NC	Oui	
Power <i>et al.</i> (1993) (104)	EP	39 patients 47 CI	11,2 +/- 1,4	Oui	≥ 31° Par rapport à la ligne médiane
Warford <i>et al.</i> (2003) (23)	ER	82 patients 160 CI	NC	Oui	
Smailiene <i>et al.</i> (2011) (101)	ER	50 patients 50 CI	13,5 +/- 2,2	Oui	≥ 20° Par rapport à la ligne médiane
Sigler <i>et al.</i> (2011) (65)	EP	70 patients CI : NC	10,5 +/- 0,8	Non	
Sajnani <i>et al.</i> (2012) (98)	ER	111 patients 111 CI	NC	Oui	
Alqerban <i>et al.</i> (2016) (6)	ER	30 patients 30 CI	10,1 +/- 1,25	Oui	≥ 48,2° Par rapport à la PM1 homolatérale
Uribe <i>et al.</i> (2017) (90)	ER	45 patients 58 CI	14,2 +/- 3	Oui	
Laurenziello <i>et al.</i> (2017) (105)	ER	109 patients 218 CI	9,34	Oui	
Naoumova <i>et al.</i> (2018) (99)	ECR	67 patients 89 CI	11,5 +/- 0,9	Oui	De 20° à 30° : interception nécessaire ≥ 30° : traction nécessaire Par rapport à la ligne médiane
Malik <i>et al.</i> (2019) (102)	ER	33 patients 33 CI	NC	Oui	
Raes <i>et al.</i> (2020) (103)	ER	306 patients 494 CI	9,3 +/- 1,32	Oui	

Tableau 5 : évaluation de l'influence de l'inclinaison sur le risque d'inclinaison de la canine maxillaire

EP : étude prospective ; ER : étude rétrospective ; ECR : essai contrôlé randomisé ; CI : canines incluses ; NC : non communiqué ; PM1 : première prémolaire

Parmi les douze études présentées, seuls Sigler et collaborateurs considèrent que l'inclinaison de la canine maxillaire n'a aucune influence sur son risque d'inclusion (65). Il est cependant à noter que cette conclusion est biaisée par plusieurs éléments. Tout d'abord, leur étude a pour objectif de comparer deux approches thérapeutiques et non pas d'identifier des facteurs prédictifs de l'inclusion canine. On peut alors imaginer que la puissance statistique ne permet pas de conclure sur des critères de jugement secondaires comme la position tri-dimensionnelle de la canine. D'autre part, bien qu'ils ne retrouvent aucune différence statistiquement significative, l'angle α moyen était plus élevé pour les canines n'ayant pas fait éruption après un an de suivi par rapport à celles ayant présenté une éruption spontanée.

L'ensemble des autres articles s'accordent en faveur d'une influence de l'angulation de la canine maxillaire sur son risque d'inclusion. Néanmoins, certains ne rapportent qu'une différence entre les groupes expérimentaux et contrôles, sans fournir de seuil permettant d'aiguiller le clinicien dans sa prise de décision (14,23,90,98,102,103,105).

C'est par exemple le cas de Sajani et collaborateurs, qui ont mené une analyse sur 111 patients présentant une inclusion unilatérale. Ils trouvaient un angle α à 9 ans statistiquement différent entre les canines incluses et les controlatérales saines (28,4° et 11,3° en moyenne respectivement) (98).

Malik et collaborateurs, cette fois sur 33 patients présentant une inclusion unilatérale, rapportent des résultats similaires. L'angle α moyen était de 47,33° pour les canines incluses et de 10,7° pour les controlatérales saines. Cette même équipe relève également l'angle entre la canine et l'incisive latérale (angle B) et entre la canine et le plan d'occlusion (angle C). D'après une régression logistique multivariée, en cas d'augmentation de 10° des angles α , B et C, la canine aurait 1,78x plus de risques d'évoluer vers l'inclusion (102).

D'autres études déterminent des valeurs seuils au-delà desquelles le risque d'inclusion de la canine serait accru. Globalement, le seuil pour l'angle α semble être autour des 20° (99,101,104,106).

Il est une nouvelle fois particulièrement intéressant de s'attarder sur l'essai contrôlé randomisé mené par Naoumova et collaborateurs en 2018. Ils ont permis, d'une part, de valider l'inclinaison comme critère prédictif. En effet, il existait une différence statistiquement significative d'angle α entre les canines ayant fait éruption ou pas après un an de suivi ($p=0,005$). D'autre part, elle a permis de fournir des valeurs seuils ainsi qu'une conduite à tenir associée (Figure 13).

D'après les auteurs, une canine dont l'angle α est compris entre 20° et 30° est à risque d'inclusion et l'avulsion de la canine lactéale serait nécessaire afin de normaliser le trajet éruptif. De plus, l'interception serait défavorable pour une canine dont l'inclinaison serait supérieure à 30° , ainsi elle devrait plutôt être exposée chirurgicalement et tractée (99).

Pour conclure, l'inclinaison de la canine en cours d'éruption semble être un des facteurs prédictifs les plus fiables de son risque d'inclusion. Au-delà de 20° d'angle α , la dent serait à risque et des mesures interceptives devraient être mises en œuvre.

b. Sur la téléradiographie de profil ou de face

i. La maturité squelettique

Dans les années 2000, Baccetti et collaborateurs ont repris les travaux initiaux de Lamparski (107) et développé une méthode, appelée *cervical vertebral maturation (CVM)*, permettant de corréler la croissance mandibulaire à la maturation des vertèbres cervicales (108–110). L'analyse, sur une téléradiographie de profil, de la forme de C2, C3 et C4 permet de définir cinq stades. Les stades CS 1 et 2 correspondent à la période pré-pubertaire, CS 3 et 4 au pic pubertaire et les stades CS 5 et 6 à la période post-pubertaire (Figure 17).

L'équipe de Baccetti et collaborateurs a également publié de nombreux travaux portant sur les canines incluses maxillaires et notamment sur les mesures interceptives telles que l'expansion transversale maxillaire, l'avulsion de la canine lactéale ou encore l'utilisation de forces extra-orales (65,69,81,106,111).

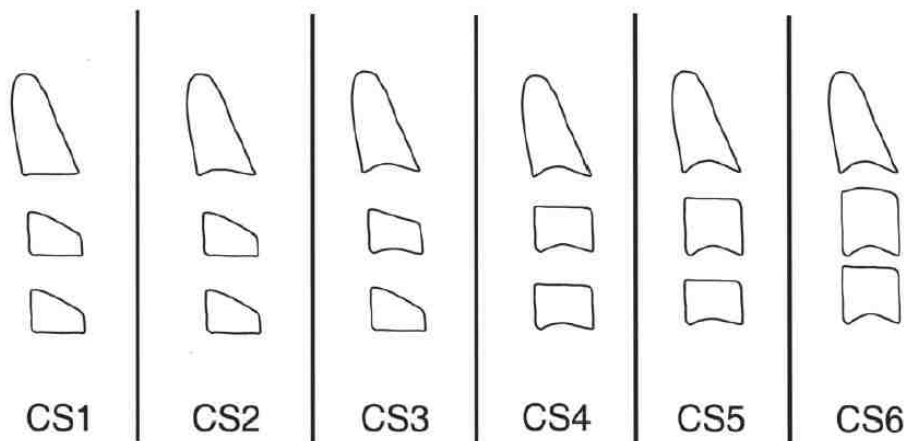


Figure 17 : classification CVM (110)

À travers ces différentes études, ils ont aussi cherché à évaluer la valeur prédictive du stade CS sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire. Pour Sigler et collaborateurs, le stade CS était plus important pour les patients présentant un échec d'éruption spontanée de la canine maxillaire après avulsion de la canine lactéale. Les patients pour lesquels la canine a fait éruption étaient à 83,9% en période pré-pubertaire (stades CS 1 et 2) alors que 62,5% des patients ayant présenté un échec d'éruption étaient en période pubertaire ou post-pubertaire (65). De plus, d'après Baccetti et collaborateurs, un patient dont la canine n'aurait pas fait éruption aux stades CS 5 ou 6 n'aurait plus de chance de voir cette dent faire éruption spontanément (110).

Il est cependant à noter que les études sur ce sujet sont peu nombreuses, rétrospectives, souvent uniquement observationnelles et non comparatives. Il est donc impossible de conclure quant à une éventuelle influence du stade CVM sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire. D'autres études, ayant pour objectif principal l'évaluation de cette influence, sont nécessaires.

ii. Les critères céphalométriques

Certains auteurs ont recherché une association entre la survenue d'une inclusion de la canine maxillaire et certains critères céphalométriques observés sur téléradiographie de profil ou de face.

• Sur téléradiographie de profil

° La dimension sagittale

La dimension sagittale est le plus souvent déterminée par la mesure de l'angle ANB (point A – point Nasion – point B). La plupart des auteurs rapportent une association entre l'inclusion canine et la classe I squelettique (10,31,70,112), soit un ANB compris entre 0° et 4° (86). C'est par exemple le cas pour Sacerdoti et collaborateurs qui retrouvaient une classe I squelettique chez 52% des patients présentant une canine incluse palatine (10).

Pour d'autres, il n'y aurait aucune corrélation entre une classe squelettique en particulier et la canine incluse maxillaire (11,90).

° La dimension verticale

La typologie faciale est le plus souvent déterminée par la mesure de l'angle GoGn-SN (angle entre la ligne reliant le gonion au gnathion et la ligne reliant la scelle turcique au Nasion) ou de l'angle PO-PM (angle formé entre le plan occlusal et le plan mandibulaire) (86). La plupart des auteurs rapportent une association entre une typologie faciale hypodivergente et l'inclusion de la canine maxillaire (3,10,17,22,31,113). C'est par exemple le cas pour Sacerdoti et collaborateurs qui retrouvaient une hypodivergence mandibulaire chez 60% des patients présentant une canine incluse palatine (10).

Crincoli et collaborateurs distinguent les canines incluses palatines, vestibulaires et les canines ayant fait éruption spontanément. Ils retrouvent une association avec une typologie normodivergente, hypodivergente et normo ou hyperdivergente respectivement (17).

Pour d'autres, il n'y aurait aucune corrélation entre une typologie faciale en particulier et la canine incluse maxillaire (11,80,90,105,112).

° L'inclinaison des incisives maxillaires

Un autre critère céphalométrique rarement relevé est l'inclinaison des incisives maxillaires, mesurée soit par rapport à NA (ligne reliant le Nasion ou point A) soit par rapport à SN (ligne reliant la selle turcique au Nasion). Nous avons évoqué précédemment de nombreuses études relatant une association entre l'inclusion de la canine maxillaire et la Classe II division 2 d'Angle. Cette malocclusion s'accompagne le plus souvent d'une palatoversion des incisives centrales maxillaires. De la même manière, les auteurs rapportent une association entre les canines incluses palatines et la palatoversion des incisives centrales maxillaires (22,80).

Cette observation irait dans le sens de la théorie « du guidage » comme étiologie de l'inclusion de la canine maxillaire. En effet, en cas de palatoversion de l'incisive maxillaire, l'espace serait augmenté dans la région apicale et les racines des incisives ne pourraient plus jouer leur rôle de guide pour l'éruption de la canine (22).

° L'anatomie de la selle turcique

Les anomalies dentaires ont été associées aux cellules des crêtes neurales, également impliquées dans le développement cranio-facial et dans la survenue d'anomalies. Parmi ces anomalies, la selle turcique peut être touchée par un « bridging » correspondant à une ossification excessive des processus clinoides antérieurs et postérieurs, touchant 1,1 à 22% de la population (114).

Plusieurs types de « bridging » ont été décrits en fonction de la sévérité de l'atteinte (Figure 18) (Tableau 6).



Figure 18 : types de "bridging" de la selle turcique

Type de « bridging »	Description
Type I	Absence de calcification : distance interclinoïdale $\geq \frac{3}{4}$ de la longueur normale
Type II	Calcification partielle : distance interclinoïdale $\leq \frac{3}{4}$ de la longueur normale
Type III	Calcification complète

Tableau 6 : description des types de "bridging" de la selle turcique

D'après Ghadimi et collaborateurs, le « bridging » de la selle turcique serait associé à la présence d'une canine incluse palatine. En effet, cette anomalie était observée chez 30% de leur groupe contrôle contre 60% des patients présentant une canine incluse, cette différence de pourcentage étant statistiquement significative (114). Ali et collaborateurs rapportent des résultats similaires (115).

• Sur téléradiographie de face

L'intérêt de la téléradiographie de face est de diagnostiquer les anomalies transversales et/ou verticales en étudiant la position de points latéraux par rapport au plan sagittal médian. Ricketts (116) a développé, dans les années 80, l'analyse la plus connue et toujours utilisée de nos jours notamment par Sambataro et collaborateurs (117). Ces derniers ont suivi longitudinalement 78 patients en période pré-pubertaire et ont constitué deux groupes, l'un ayant montré une éruption spontanée de la canine et l'autre pas. D'après une régression logistique ayant une puissance prédictive de 95,3%, les mesures permettant de distinguer les deux groupes sont :

- La distance A3cc-CgVertical (Figure 19) : distance de la couronne de la canine maxillaire à la ligne médiane (13,8 mm pour le groupe « éruption spontanée » versus 10,8mm pour le groupe « canine incluse palatine »)
- La distance J-CgVertical (Figure 19) : distance du procès jugal à la ligne médiane

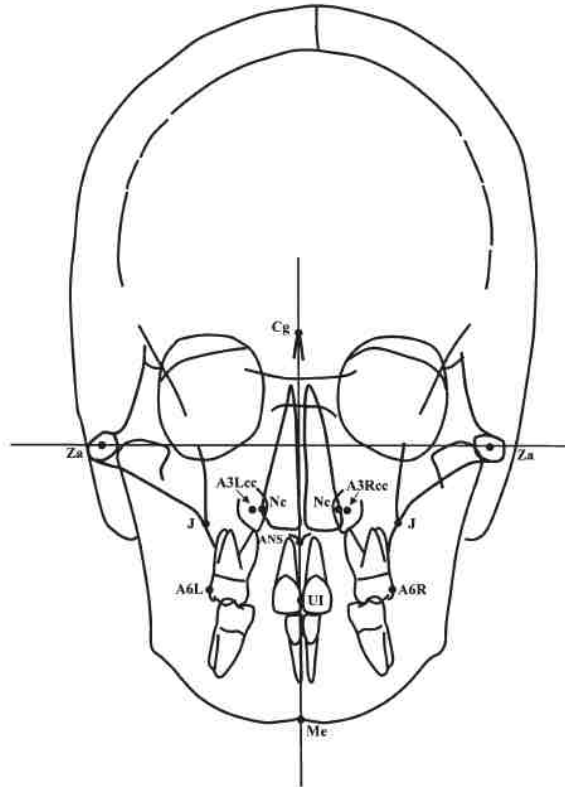


Figure 19 : mesures relevées lors de l'analyse d'une téléradiographie de face par Sambataro et collaborateurs (117)

Saiar et collaborateurs rapportent des résultats similaires. Il n'y aurait pas d'association entre l'inclusion de la canine maxillaire et la largeur de l'arcade maxillaire (distance J-J) ou la largeur des cavités nasales (distance Nc-Nc) (82).

Il convient de noter que la quasi-totalité des études sur téléradiographie de profil ou de face présentent un faible niveau de preuve. En effet, elles sont pour la plupart rétrospectives, procèdent rarement à une comparaison statistique et comprennent de nombreux biais. Ainsi, il conviendra de parler d'éventuelle association entre ces critères et le risque d'inclusion canine mais en aucun cas de facteurs prédictifs.

c. Sur tomographie volumique à faisceau conique (Cone Beam Computed Tomography - CBCT)

La grande majorité des études a recours à une analyse radiographique sur orthopantomogramme (OPT) de par son accessibilité et son faible niveau d'irradiation (118). Bien que l'OPT soit un bon indicateur pour déterminer la position d'une canine

en voie d'inclusion (119–121), il présente certains inconvénients tels que des déformations dues à des erreurs de positionnement du patient ou encore des superpositions liées au caractère bidimensionnel de cette imagerie (27–29,122,123).

Afin de pallier ces inconvénients, certains auteurs préconisent l'utilisation du CBCT, considéré comme le gold standard pour l'étude des dents incluses (124,125). De nombreuses études ont comparé l'OPT et le CBCT dans le cadre de l'inclusion de la canine maxillaire. D'après Padisar et collaborateurs ces deux imageries sont équivalentes lorsqu'il s'agit d'évaluer l'inclinaison de la canine par rapport au plan sagittal médian, la position mésio-distale et l'anatomie de l'apex canin (126). Néanmoins, la plupart des auteurs s'accordent en faveur d'une supériorité du CBCT par rapport à l'OPT (125,127–129). C'est par exemple le cas d'Alqerban et collaborateurs qui concluent à une supériorité du CBCT en termes de confiance du praticien envers son plan de traitement, de détermination de la position vestibulo-palatine de la canine et de ses relations anatomiques ainsi que pour la recherche de résorptions radiculaires des dents adjacentes (125). L'auteur ne relève, toutefois, aucune différence de plan de traitement en fonction de l'imagerie utilisée.

De plus, le CBCT pourrait augmenter le risque de cancers en raison de niveaux importants d'irradiation et présente un coût plus élevé (130,131). Ainsi, l'OPT demeure l'examen de première intention. Face à une situation complexe nécessitant une précision accrue, le recours au CBCT est indiqué.

Deux études récentes ont été menées afin d'identifier des facteurs prédictifs de l'inclusion de la canine maxillaire sur CBCT à l'aide de plusieurs mesures (Figure 20).

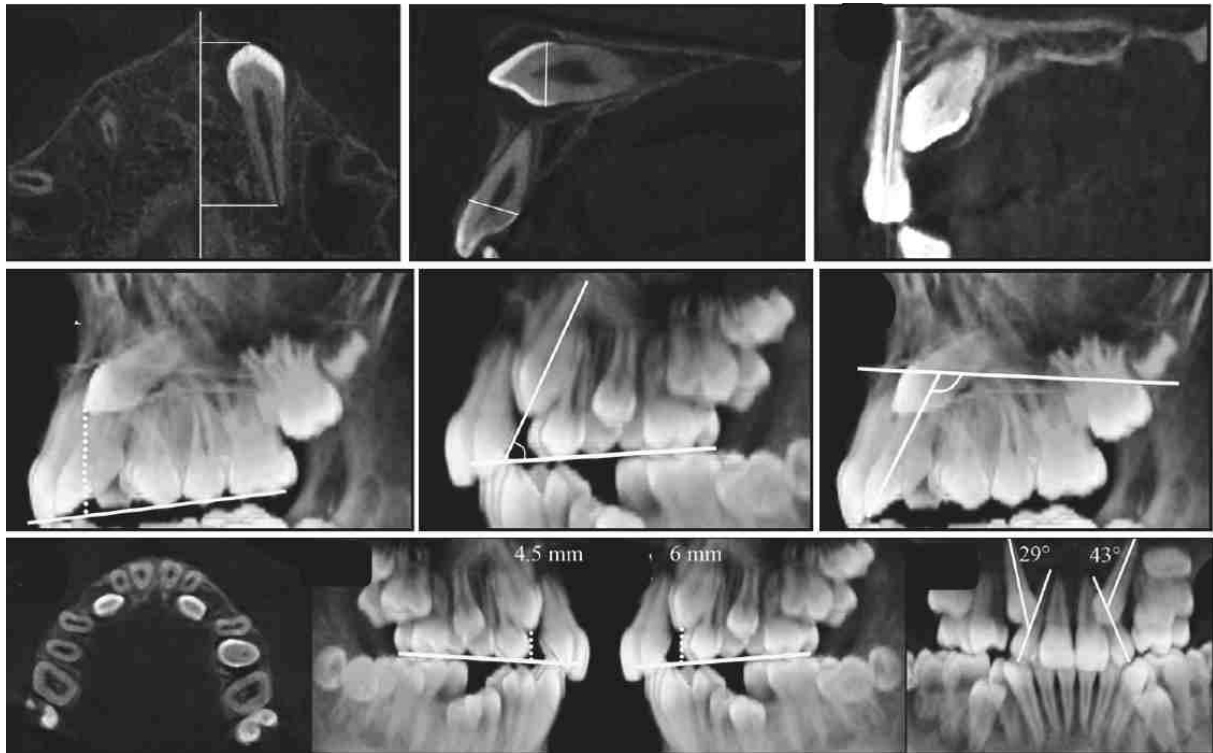


Figure 20 : mesures relevées lors de l'étude de la position d'une canine maxillaire incluse sur CBCT (132)

Alqerban et collaborateurs établissent, à partir d'une régression logistique, un modèle prédictif ayant une aire sous la courbe de 0,964 et comportant 6 variables : la rotation de la canine, la position de sa couronne, la distance de la canine à la ligne médiane, la distance de la canine au plan d'occlusion, l'angle formé entre la canine et la ligne médiane et l'angle entre la canine et l'incisive latérale homolatérale (132).

Bien qu'extrêmement fiable, leur modèle ne fournit pas de valeurs seuils permettant de définir une canine à risque d'inclusion contrairement à Naoumova et collaborateurs (133) qui ont mené en 2015 un essai contrôlé randomisé comparant un groupe contrôle à un groupe bénéficiant de l'avulsion de la canine lactéale pour intercepter l'inclusion de la canine permanente.

Variable	Aire sous la courbe	Valeur seuil
Âge	0,676	Risque d'inclusion si > 11,5 ans
Angle entre la canine et le plan bi-condylien	0,770	Risque d'inclusion si > 103°
Distance horizontale canine – arcade dentaire	0,803	Risque d'inclusion si > 2,5 mm
Distance canine – ligne médiane	0,920	Risque d'inclusion si > 11 mm

Tableau 7 : variables prédictives de l'inclusion de la canine maxillaire d'après une régression logistique multivariée par Naoumova et collaborateurs (133)

Les auteurs concluent qu'une position initiale de la canine plus favorable permettrait une éruption spontanée et que les variables affectant le plus l'éruption de la canine maxillaire seraient l'âge du patient ainsi que l'avulsion de la canine temporaire (133).

Pour conclure, les facteurs prédictifs radiologiques de l'inclusion de la canine maxillaire sont les plus documentés et sont pour certains statistiquement validés par des études à haut niveau de preuve. Il semblerait que pour la plupart des situations, l'analyse de l'OPT soit suffisante afin de relever les critères positionnels de la canine maxillaire (inclinaison, position mésio-distale et position verticale) qui permettent de déterminer de manière fiable le risque d'inclusion.

Des études supplémentaires sont nécessaires afin de valider d'autres potentiels facteurs cliniques et radiologiques tels que certaines anomalies dentaires, malocclusions ou encore différents critères céphalométriques.

L'identification précoce d'une canine en voie d'inclusion permettra la mise en place de mesures interceptives visant à en normaliser le trajet éruptif. Parmi celles-ci, la plus fréquente est l'avulsion de la canine lactéale permettant une éruption spontanée de la canine permanente dans 42 à 78% des cas (8,14,59,101,134). D'autres mesures complémentaires ont été proposées afin d'améliorer ces pourcentages :

- L'avulsion également des premières molaires lactéales maxillaires permettant d'obtenir 97,3% d'éruption spontanée de la canine permanente d'après Bonetti et collaborateurs (135)
- L'association à une expansion transversale maxillaire rapide permettant une éruption spontanée de 66 à 80% des canines (65,69,111)
- L'adjonction d'une force extra-orale dont les taux de succès seraient supérieurs à 80% (13,60,136).

Qu'elle que soit la prise en charge envisagée, la gestion d'une canine en voie d'inclusion repose sur une surveillance clinique et radiographique systématique et répétée afin d'éviter toute complication (53).

III. L'inclusion de la canine maxillaire chez le patient porteur de FLP

1. Rappels sur les fentes faciales

A. Définitions et formes cliniques

Les fentes oro-faciales sont les malformations congénitales de la région cranio-faciale les plus fréquentes (137). Le spectre des formes cliniques est large, allant de la simple atteinte de la lèvre, jusqu'à la forme la plus sévère, la fente complète labio-alvéolo-palatine.

Ces fentes ont fait l'objet de nombreuses classifications, dont une se basant sur le temps embryologique durant lequel le défaut s'est manifesté (138,139). Ainsi, différentes formes peuvent être décrites (Figure 21) :

• Les fentes du palais primaire :

- La fente labiale pure (unilatérale ou bilatérale)
- La fente labio-alvéolaire (unilatérale ou bilatérale)

• Les fentes du palais secondaire :

- La lèvre bifide

- La fente vélaire (palais mou)
- La fente vélo-palatine (palais dur et palais mou)

• Les fentes du palais primaire et secondaire :

- La fente labio-alvéolo-palatine (unilatérale ou bilatérale).

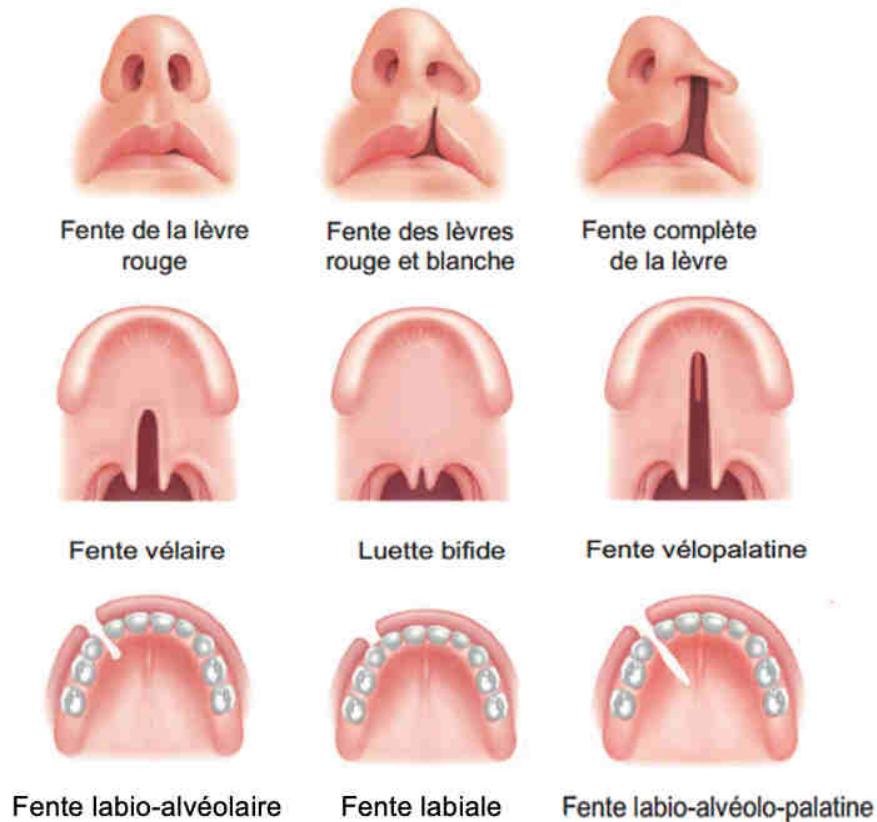


Figure 21 : les différentes formes cliniques de fentes (138)

Ce travail de thèse se penche exclusivement sur les fentes labio-alvéolo-palatines unilatérales.

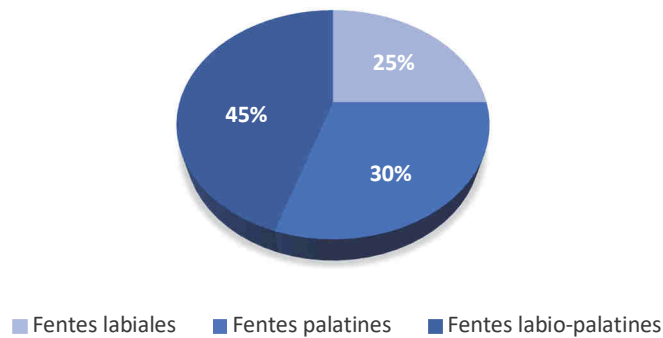
B. Épidémiologie et étiopathogénie

a. Épidémiologie

La prévalence des fentes oro-faciales varie en fonction du type de fente, du côté atteint, du sexe, de l'ethnie et du caractère isolé ou syndromique.

• Prévalence en fonction du type de fente

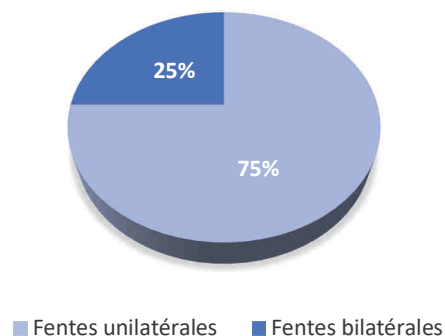
Toutes populations confondues, la fente labio-palatine (FLP) est la plus fréquemment rencontrée (45% des fentes) (140). Elle représente 1 naissance sur 800 dans le monde (141).



• Prévalence en fonction du côté atteint

Dans la grande majorité des cas, la fente est unilatérale (70-75%) et plus rarement bilatérale (25-30%) (139,140,142). La prévalence des FLP unilatérales est de 1 naissance sur 1000 contre 0,4 naissances sur 1000 pour les FLP bilatérales (137,143,144).

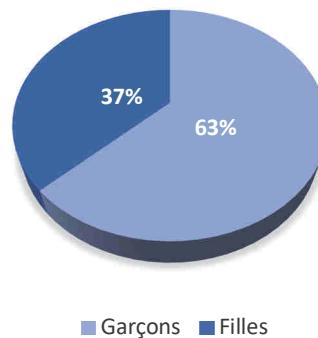
Lorsqu'elle est unilatérale, le côté gauche est deux fois plus atteint que le côté droit (145,146).



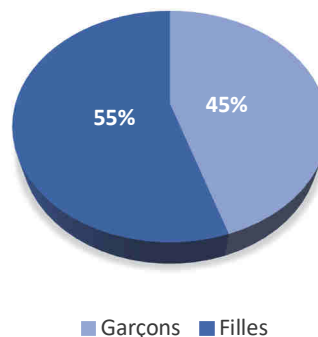
• Prévalence en fonction du sexe

Un dimorphisme sexuel existe notamment en fonction du type de fente. Les garçons sont plus à même de développer une fente labiale seule (FL) ou une fente labio-palatine, tandis que les filles sont plus sujettes à une fente palatine seule (FP) (140).

FL ou FLP



FP

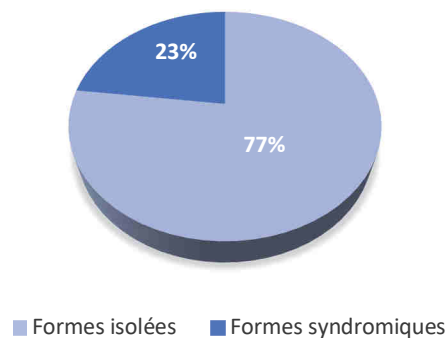


• Prévalence en fonction de l'ethnie

La pénétrance des FLP est irrégulière. La population asiatique est la plus touchée avec une prévalence de 2 naissances sur 1000 tandis que dans la population africaine, la prévalence est de 0,2 naissances sur 1000 (141). La population européenne se situe entre ces deux valeurs avec une prévalence de 1,2 naissances sur 1000 (141,146–149).

• Prévalence en fonction du caractère isolé ou syndromique

Les fentes sont dans la plupart des cas isolées (77%). Néanmoins, elles peuvent également être associées à un syndrome (7%) ou à une autre anomalie congénitale (16%) (141,147,150).



b. Étiologies

Les fentes oro-faciales correspondent à un défaut de coalescence des bourgeons faciaux lors du développement embryonnaire (151). Leur étiologie est mal connue, cependant la plupart des auteurs s'accordent sur une origine multifactorielle impliquant des mécanismes génétiques influencés par des facteurs environnementaux (149,151).

• Facteurs génétiques

Plusieurs gènes déterminants dans la survenue des fentes ont été identifiés à l'aide d'études de lignage, de séquençage de génome ou d'exome. Les mutations ou polymorphismes des gènes suivants ont été reliés aux fentes oro-faciales (liste non exhaustive) (152–154) :

- *MSX1*
- *GRHL3*
- *BMP* : bone morphogenetic protein
- *FGF* : fibroblast growth factor
- *TGF* : transforming growth factor.

• **Facteurs environnementaux**

Ils correspondent pour la plupart à des facteurs auxquels la mère peut être exposée durant la grossesse, provoquant une modification d'expression des gènes. Voici les principaux facteurs impliqués :

- Facteurs médicamenteux (155,156)
- Facteurs nutritionnels : carence en vitamine B ou folates (157,158)
- Facteurs toxiques : alcool, tabagisme (159–161)
- Facteurs pathologiques : asthme, diabète (162,163)
- Âge parental avancé (164).

2. Les facteurs prédictifs de l'inclusion chez le patient porteur de fente labio-palatine

Comme cela a été évoqué précédemment, l'inclusion d'une canine maxillaire est plus fréquente chez le patient porteur de FLP par rapport à un patient de la population générale (165,166). En effet, la prévalence est de 15 à 30% des patients (147,167–169), soit dix à vingt fois plus qu'en population générale (170).

A. Les facteurs prédictifs cliniques

a. Les anomalies dentaires

Les patients porteurs de FLP présentent plus d'anomalies dentaires que les patients de la population générale (171,172). En effet, d'après Akcam et collaborateurs, au moins une anomalie dentaire est constatée chez 96,7% des patients porteurs de FLP (149). Parmi elles, on retrouve le plus fréquemment :

- Un retard dentaire d'environ 1,5 ans (173,174)
- L'agénésie d'au moins une incisive latérale maxillaire, dans 40 à 50% des cas (137,146,167,175,176)
- La rotation de l'incisive centrale en bordure de fente, dans environ 25% des cas (148,167)

- La présence de dents surnuméraires, dans 8 à 15% des cas (148,175,177–180).

Il convient notamment de noter que ces anomalies sont plus fréquentes du côté « fente » que du côté « sain » pour les FLP unilatérales (175,181).

i. Les anomalies touchant l'incisive latérale maxillaire

Les anomalies touchant l'incisive latérale maxillaire peuvent être une agénésie, une microdontie ou encore un aspect riziforme.

Malgré son rôle prépondérant supposé par la théorie du guidage, peu d'études s'intéressent à l'influence des anomalies de l'incisive latérale maxillaire sur le risque d'inclusion de la canine. Ces études, pour la plupart uniquement descriptives, s'accordent en faveur de l'absence d'influence sur le risque d'inclusion (167,169,182–187). Rizell et collaborateurs vont même jusqu'à supposer que l'absence de l'incisive latérale permettrait une meilleure position verticale et mésio-distale de la canine (170).

Deux études décrivent néanmoins un taux d'inclusion de la canine maxillaire plus élevé en cas d'agénésie de l'incisive latérale homolatérale (169,188). C'est le cas pour Holz et collaborateurs qui rapportent une prévalence d'inclusion de 72% en cas d'agénésie de l'incisive latérale contre 33% d'inclusion en présence de l'incisive (169).

L'éventuelle influence d'une anomalie de l'incisive latérale reste controversée, d'autres études, notamment prospectives, sont nécessaires afin de prouver tout lien de causalité (6).

ii. Les dents surnuméraires

La présence de dents surnuméraires étant dix fois plus fréquente chez le patient porteur de FLP, quelques études se sont intéressées à leur éventuelle influence sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire (179,180).

Tous les auteurs s'accordent sur l'impact négatif de l'hyperdontie, qui augmenterait le risque d'inclusion (182–184,189).

Il convient toutefois d'être prudent avec ces conclusions émanant d'études comportant de nombreux biais. C'est par exemple le cas pour Vellone et collaborateurs, qui n'analysent que 6 patients dont 25% présentent une dent surnuméraire (182). Cet échantillon très réduit ne permet pas de conclure fiablement.

B. Les facteurs prédictifs radiologiques

a. Sur l'orthopantomogramme

i. Le développement radiculaire de la canine

L'impact du développement radiculaire de la canine sur son risque d'inclusion est moins unanime qu'en population générale. D'une part, très peu d'études s'y intéressent et d'autre part, les résultats sont controversés. Hereman et collaborateurs ne trouvent aucune différence du côté « fente » entre les canines incluses et celles ayant fait éruption spontanément (185). Inversement, pour El Deeb et collaborateurs, un stade de développement plus avancé serait associé à un risque accru d'inclusion de la canine (165).

En raison du faible nombre d'études, de leur design parfois inadapté et des nombreux biais qu'elles comportent, il n'est pas possible de conclure sur l'éventuelle influence du degré d'édification radiculaire sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire. D'autres études, s'intéressant principalement à ce paramètre, sont nécessaires.

ii. La position mésio-distale de la canine

Comme cela a été évoqué précédemment, à l'âge de 8-9 ans, la canine permanente maxillaire se trouve normalement apicalement par rapport à la canine lactéale et pointe en direction du pan distal de la racine de l'incisive latérale homolatérale (53).

Du fait de la grande proportion d'agénésie de l'incisive latérale chez le patient porteur de FLP, la canine est souvent positionnée plus mésialement chez ces patients, dans l'espace laissé libre par l'incisive absente (169). Il convient alors de se demander si la

position mésio-distale de la canine chez le patient porteur de FLP est un facteur prédictif de l'inclusion aussi fiable qu'en population générale.

La grande majorité des études s'intéressant aux facteurs prédictifs radiologiques de l'inclusion de la canine maxillaire relèvent la position mésio-distale de cette dernière. Les principaux résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous (Tableau 8).

Publication	Design de l'étude	Population (patients + canines incluses)	Âge moyen + écart-type en années	Influence sur le risque d'inclusion canine	Valeur seuil
Vellone et al. (2017) (182)	ER	24 patients 3 CI	9,3	Oui	
Holz et al. (2018) (169)	ER	75 patients 19 CI	9,8 +/- 0,7	Non	
Hereman et al. (2018) (185)	ER	95 patients 41 CI	12,6 +/- 2,6	Non	
Rizell et al. (2020) (170)	ER	148 patients 25 CI	10 +/- 0,2	Non	

Tableau 8 : évaluation de l'influence de la position mésio-distale sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire chez le patient porteur de FLP

ER : étude rétrospective ; CI : canines incluses

Les études étaient toutes rétrospectives et incluait uniquement des patients porteurs de FLP unilatérale permettant une comparaison entre le côté « fente » et le côté « sain », mais aussi entre les canines ayant fait éruption spontanément et celles en voie d'inclusion.

La majorité des auteurs s'accordent sur l'absence d'impact de la position sagittale de la canine sur son risque d'inclusion. C'est notamment le cas pour Hereman et collaborateurs ayant mené une étude rétrospective sur une centaine de patients (185).

Les canines du côté « sain », et celles ayant fait éruption spontanément étaient plus souvent retrouvées en secteur 0 (Figure 11) que celles du côté « fente » ou n'ayant pas fait éruption. Néanmoins, leur analyse multivariée conclut tout de même à l'absence d'influence de la position mésio-distale. En effet, l'aire sous la courbe pour ce facteur est réduite et la sensibilité n'est que de 55%.

Seuls Vellone et collaborateurs estiment que, plus la couronne de la canine est mésiale, plus les chances d'éruption spontanée seraient réduites (182). Néanmoins, leur étude comporte de nombreux biais rendant leurs conclusions peu fiables. En effet, d'une part le nombre de patients et de canines incluses est réduit (24 patients et seulement 3 canines incluses) et d'autre part, aucune comparaison statistique n'est menée. Ils constatent uniquement que les 3 canines de leur échantillon étaient positionnées en secteur 3 alors que celles ayant fait éruption étaient en secteur 1 ou 2.

Pour conclure, la position mésio-distale de la canine en cours d'éruption ne semble pas être un facteur prédictif de l'inclusion de la canine maxillaire chez le patient porteur de FLP, contrairement à la population générale. Malgré des secteurs plus élevés pour les canines en voie d'inclusion et du côté « fente », il semblerait que l'espace libéré par l'agénésie fréquente des incisives latérales, permette de s'affranchir de l'influence de la position sagittale.

iii. La position verticale de la canine

Deux études s'intéressant aux facteurs prédictifs radiologiques de l'inclusion de la canine maxillaire chez le patient porteur de FLP unilatérale relèvent la position verticale de cette dernière. Les principaux résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous (Tableau 9).

Publication	Design de l'étude	Population (patients + canines incluses)	Âge moyen + écart-type en années	Influence sur le risque d'inclusion canine	Valeur seuil
Hereman <i>et al.</i> (2018) (185)	ER	95 patients 41 CI	12,6 +/- 2,6	Oui	> secteur 2
Rizell <i>et al.</i> (2020) (170)	ER	148 patients 25 CI	10 +/- 0,2	Oui	

Tableau 9 : évaluation de l'influence de la position verticale sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire chez le patient porteur de FLP

ER : étude rétrospective ; CI : canines incluses

D'une part, il semblerait que les canines incluses du côté « fente » soient positionnées plus haut, ou apicalement, par rapport aux canines ayant fait éruption spontanément du côté « sain ». Cette constatation est la même lorsque l'on compare le devenir de la canine du côté « fente » uniquement. Les canines incluses du côté « fente » étaient positionnées plus haut, ou apicalement, que les canines ayant fait éruption spontanément du côté « fente ».

Ce type de comparaison permet de tester à la fois l'influence de la fente (à travers la comparaison entre les côtés) mais aussi celle de la position verticale (à travers la comparaison entre canines incluses et celles ayant fait leur éruption).

Pour Hereman et collaborateurs (185), la majorité des canines incluses étaient situées dans le secteur 2 ou au-delà, tandis que les canines ayant fait leur éruption (du côté « fente » ou « sain ») se trouvaient essentiellement en secteur 0 ou 1 (Figure 22).

Ainsi, le secteur 2 est considéré comme le seuil à partir duquel une canine doit être considérée à risque d'inclusion.

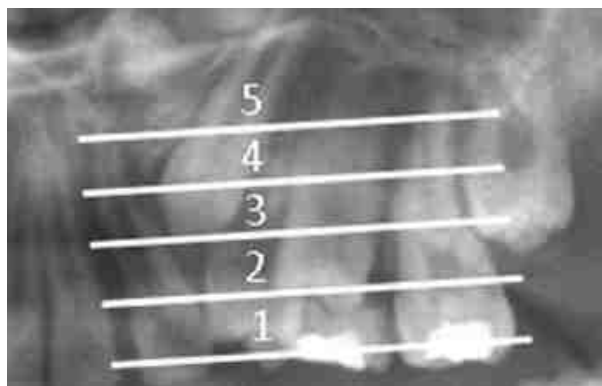


Figure 22 : mesure de la position verticale de la canine en secteurs d'après Hereman et al. (185)

Ces conclusions sont partagées par Rizell et collaborateurs, qui ne fournissent toutefois pas de valeur seuil (170).

Pour conclure, l'influence de la position verticale sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire chez le patient porteur de FLP semble plus prononcée qu'en population générale. Néanmoins, devant le faible nombre d'études disponibles, il convient de prendre des précautions avant de conclure.

D'autres études sont nécessaires afin de préciser l'éventuelle valeur prédictive de la position verticale et afin de déterminer des seuils utilisables par le praticien.

iv. L'angulation de la canine

La plupart des études s'intéressant aux facteurs prédictifs radiologiques de l'inclusion de la canine maxillaire relèvent l'inclinaison de cette dernière. Les principaux résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous (Tableau 10).

Publication	Design de l'étude	Population (patients + canines incluses)	Âge moyen + écart-type en années	Influence sur le risque d'inclusion canine	Valeur seuil
Westerlund et al. (2014) (184)	ER	68 patients 14 CI	NC	Oui	≥ 30° Par rapport à la ligne médiane
Vellone et al. (2017) (182)	ER	24 patients 3 CI	9,3	Non	
Hereman et al. (2018) (185)	ER	95 patients 41 CI	12,6 +/- 2,6	Oui	≥ 23,82° Par rapport à la ligne médiane ≥ 16,10° Par rapport à la PM1 homolatérale ≥ 40,22° Par rapport à l'IL homolatérale
Holz et al. (2018) (169)	ER	75 patients 19 CI	9,8 +/- 0,7	Oui	≤ 68° Par rapport à la ligne bi-condylienne
Rizell et al. (2020) (170)	ER	148 patients 25 CI	10 +/- 0,2	Oui	

Tableau 10 : évaluation de l'influence de l'inclinaison sur le risque d'inclinaison de la canine maxillaire chez le patient porteur de FLP

ER : étude rétrospective ; CI : canines incluses ; NC : non communiqué ; IL : incisive latérale ; PM1 : première prémolaire

Parmi les cinq études présentées, seuls Vellone et collaborateurs considèrent que l'inclinaison de la canine maxillaire n'a aucune influence sur son risque d'inclusion (182). Il est cependant à noter que cette conclusion est biaisée par plusieurs éléments. Tout d'abord, leur étude ne porte que sur un nombre très réduit de patients, constituant

ainsi un biais de sélection. D'autre part, bien qu'ils ne retrouvent aucune différence statistiquement significative, l'angle α moyen était plus élevé pour les canines du côté « fente » que pour celles du côté « sain ».

L'ensemble des autres articles s'accordent en faveur d'une influence de l'angulation de la canine maxillaire sur son risque d'inclusion. Néanmoins, une seule étude décrit une différence entre les groupes, sans fournir de seuil permettant d'orienter le clinicien dans sa prise de décision (170). C'est le cas de Rizell et collaborateurs ayant mené une analyse rétrospective sur 148 patients âgés d'environ 10 ans. Ils retrouvaient un angle α statistiquement différent entre les canines du côté « fente » et les controlatérales saines (29,3° et 7,6° en moyenne respectivement).

D'autres études déterminent des valeurs seuils au-delà desquelles le risque d'inclusion de la canine serait accru. Globalement, le seuil pour l'angle α semble être situé entre 20 et 30°, comme pour la population générale (184,185).

Il est particulièrement intéressant de s'attarder sur l'étude menée par Hereman et collaborateurs en 2018 (185). Ils ont permis, à travers une analyse multi-variée, d'identifier plusieurs facteurs prédictifs de l'inclusion canine. Parmi ces facteurs, trois angles ont été retenus : entre la canine et la ligne médiane (aire sous la courbe de 0,83), entre la canine et la première prémolaire homolatérale (aire sous la courbe de 0,81) et entre la canine et l'incisive latérale homolatérale (aire sous la courbe de 0,73).

Holz et collaborateurs décrivent, eux, un seuil de 68° par rapport à la ligne bi-condylienne en-dessous duquel la canine serait à risque d'inclusion (169).

Plusieurs études portant sur les patients porteurs de FLP mesurent d'autres angles que le traditionnel angle α , reconnu comme un facteur prédictif fiable en population générale. Ceci s'explique par une anatomie perturbée du prémaxillaire en présence d'une fente, pouvant rendre complexe la mesure de l'angle avec la ligne médiane.

Pour conclure, l'inclinaison de la canine en cours d'éruption semble être un des facteurs prédictifs les plus fiables de son risque d'inclusion. Au-delà de 20 à 30° d'angle α , la dent serait à risque et des mesures interceptives devraient être mises en œuvre.

C. Les facteurs prédictifs chirurgicaux

Bien qu'ils n'aient pas forcément la même influence, l'ensemble des facteurs présentés précédemment sont communs au patient de la population générale et aux porteurs de FLP. Ces derniers ont la particularité de subir plusieurs gestes chirurgicaux dont certains concernant la cavité buccale, comme la greffe osseuse alvéolaire.

a. La greffe osseuse alvéolaire

La greffe osseuse alvéolaire (GOA) est une étape aujourd'hui reconnue comme indispensable dans la prise en charge des FLP (190). Elle a plusieurs objectifs décrits par Precious et collaborateurs (191) dans les années 2000 :

- La fermeture des fistules oro-nasales
- Fournir un support osseux dentaire
- Rétablir une base squelettique nasale
- Fournir une architecture osseuse pour une reconstruction naso-labiale symétrique
- Rétablir un plancher nasal ainsi que des voies aériennes fonctionnelles
- Pourvoir un environnement osseux pour d'éventuels implants dentaires.

Les premières mentions de GOA dans la littérature reviennent à Von Eiselsberg (192) et Lexer (193) dans les années 1900. À l'époque, la greffe était réalisée durant la petite enfance, en même temps que les autres réparations, on parlait alors de greffe osseuse primaire (173,194). Cette technique a rapidement été abandonnée en raison de ses effets délétères sur la croissance du maxillaire (195–198).

En 1972, Boyne et Sands ont décrit la GOA secondaire qui est la plus pratiquée de nos jours (199–202) et peut être réalisée à deux moments différents. On parle de GOA secondaire précoce lorsqu'elle est réalisée en denture temporaire, avant l'éruption des incisives permanentes ou en début de denture mixte (203–205). La greffe tardive est, elle, entreprise en fin de denture mixte avant l'éruption de la canine permanente afin de lui fournir un support parodontal et de faciliter son éruption (174,191,206).

Enfin, la GOA est qualifiée de tertiaire lorsqu'elle a lieu à l'âge adulte. Cette situation est défavorable et essentiellement liée à un manque de prise en charge du patient lors de son enfance (173,194,207,208).

La plupart des auteurs s'accordent sur le rôle primordial joué par la GOA dans l'éruption des canines maxillaires.

Tout d'abord, la greffe semblerait favoriser l'éruption spontanée de la canine dans 79 à 95% des cas (145,209–211). Trindade et collaborateurs décrivent une augmentation progressive du pourcentage d'éruption spontanée : 47% des canines 2 ans après la greffe, 72% après 3 ans et 95% à 4 ans post-chirurgie (212).

En plus du taux d'éruption, la GOA semble avoir une influence sur la position de la canine. Oberoi et collaborateurs (187) ont décrit sur CBCT, un mouvement à travers le greffon en direction mésiale, occlusale et vestibulaire venant ainsi corroborer les observations de Gereltzul et collaborateurs sur de l'imagerie bi-dimensionnelle (186).

D'après Vellone et collaborateurs (182), la position verticale de la canine serait directement influencée par la greffe comme le constatent Russell et collaborateurs, décrivant une réduction du risque d'inclusion de la canine maxillaire passant de 56 à 37% ($p < 0,001$) (144).

Ainsi, bien qu'aucune étude ne compare directement le devenir des canines avec ou sans greffe osseuse alvéolaire, il semblerait que ce geste chirurgical permette une éruption spontanée de la canine maxillaire dans la plupart des cas.

b. Le timing de greffe

Bien que la GOA secondaire tardive soit la plus répandue, la greffe précoce connaît un essor récent en raison de nombreux avantages, comme la restauration précoce de la continuité alvéolaire et l'amélioration de l'élocution de l'enfant avant l'entrée en école primaire (213,214). Il convient alors de se demander si le timing de greffe peut avoir une influence sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire.

Kleinpoort et collaborateurs ont mené une étude observationnelle rétrospective sur 60 patients répartis en 2 groupes, l'un ne bénéficiant d'aucun geste chirurgical et l'autre recevant une GOA secondaire précoce (183). Lors de l'évaluation à 10 ans +/- 1 an, 4 enfants (14,29%) dans le groupe précoce et 7 (21,88%) dans le groupe greffé tardivement présentaient une inclusion de la canine maxillaire. Malgré des pourcentages dissemblables, cette différence n'était pas statistiquement significative. Les auteurs concluent alors à la non-infériorité de la greffe précoce par rapport à la GOA secondaire tardive.

Néanmoins, aucune étude comparant directement les deux protocoles n'a été retrouvée dans la littérature. Ainsi, dans le cadre d'un mémoire de spécialité en orthopédie dento-faciale, nous avons mené une étude rétrospective multi-centrique dont le but était de comparer le taux d'inclusion de la canine maxillaire chez le patient porteur de FLP unilatérale en fonction du timing de greffe : précoce *versus* tardif. Les données descriptives des patients inclus sont décrites dans le tableau ci-dessous (Tableau 11).

Variables	Valeurs	Effectifs		
		n	%	
Patients		113		
Âge moyen lors de l'OPT + écart-type		11,08 ans +/- 0,6 ans		
Sexe	Féminin		33	29,2
	Masculin		80	70,8
Côté de la fente	Droite		50	44,25
	Gauche		63	55,75
Timing de greffe osseuse	Précoce		60	53,1
	Tardif		53	46,9
Type de greffon	Iliaque		59	52,21
	Mandibulaire		44	38,94
	Autre		10	8,85
Expansion maxillaire pré-chirurgicale	Oui		84	74,34
	Non		29	25,66
Informations sur l'incisive latérale homolatérale	Agénésie		51	45,13
	Dystrophique		41	36,28
	Surnuméraire		7	6,19
	Normale		14	12,39

Tableau 11 : données descriptives concernant les patients de l'échantillon

Sur un orthopantomogramme, réalisé à 11 ans +/- 1 ans, étaient relevés les différents critères positionnels de la canine : secteur mésio-distal, vertical et angle α par rapport à la ligne médiane. Ces éléments permettaient de définir une canine à risque, ou non, d'inclusion.

Les résultats ont montré une différence statistiquement significative entre les deux protocoles. En effet, le risque d'inclusion canine était de 75,47% pour le groupe greffé tardivement et de 51,67% pour la greffe précoce. Cela correspond à un risque d'inclusion de la canine 2,9 fois plus important en cas de greffe tardive (Odds ratio = 2,9 ; $p=0,01$).

Bien que ces éléments soient en faveur de la greffe précoce, il est nécessaire de prendre des précautions quant à leur généralisation et leur application. En effet, notre étude comporte de nombreux biais limitant la fiabilité des résultats et la situant en bas de la pyramide de la preuve (89).

Afin de conclure fiablement quant à l'éventuelle influence du timing de GOA secondaire sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire, il est nécessaire de mener d'autres études prospectives dont nous proposerons un protocole dans la quatrième partie.

IV. Proposition de protocole d'étude visant à évaluer l'influence du timing de greffe osseuse alvéolaire sur l'inclusion canine

A. Introduction et justification

La diversité et la multitude de protocoles de prise en charge des FLP à travers le monde témoigne d'un manque de consensus dans le traitement de ces patients.

Comme cela a été évoqué précédemment, la majorité des études portant sur les fentes oro-faciales sont rétrospectives. Ceci est notamment dû à un faible nombre de patients ainsi qu'à la difficulté de mettre en œuvre un suivi prospectif couvrant l'ensemble du

traitement pluridisciplinaire de ces enfants. Dans le cadre des FLP, nous ne retrouvons que très peu d'essais contrôlés randomisés (ECR), étant le design d'étude permettant d'obtenir le plus haut niveau de preuve (89). Ils portent, pour la plupart, sur l'aspect chirurgical de la prise en charge de ces patients (215–217). Quant aux ECR traitant de l'aspect dento-squelettique, la plupart des articles viennent de grandes organisations telles que Dutchcleft ou Scandcleft (218–228).

Un des sujets les plus controversés est le choix du timing de greffe osseuse alvéolaire. En effet, bien que la GOA secondaire fasse l'unanimité, des doutes demeurent quant au moment le plus opportun pour la réaliser. La plupart des équipes optent aujourd'hui pour la greffe tardive afin de permettre l'éruption sans heurt de la canine maxillaire, tout en évitant d'éventuels effets indésirables sur la croissance du maxillaire occasionnés par une greffe trop précoce (174,206,229). Néanmoins, une tendance se dessine depuis quelques années, notamment en France, vers un timing précoce permettant de rétablir la continuité osseuse de l'arcade avant l'éruption des incisives permanentes, soit vers l'âge de 5 ans (204,230).

D'après certains auteurs, le choix doit se faire en fonction de l'incisive latérale. En cas d'agénésie, la greffe tardive est recommandée tandis qu'en présence de l'incisive il serait préférable d'intervenir précocement afin de ne pas la condamner en la laissant évoluer dans la fente (147,185). Néanmoins, à part Kleinpoort et collaborateurs concluant à la non-infériorité de la greffe précoce quant à l'inclusion de la canine maxillaire (183), aucune étude ne cherche à déterminer quel protocole est à privilégier.

Ainsi, nous avons mené, comme cela a été évoqué précédemment, une étude rétrospective multi-centrique concluant à la supériorité de la greffe précoce quant au risque d'inclusion canine. Cependant, du fait de nombreux biais, l'applicabilité et la généralisation de ces résultats sont limitées.

Par conséquent, nous proposons un protocole d'étude prospective visant à évaluer l'influence du timing de greffe osseuse alvéolaire sur le risque d'inclusion de la canine maxillaire.

B. Matériel et méthodes

▪ Critères de sélection

Les critères d'inclusion seraient :

- Patient porteur de FLP unilatérale
- Recrutement de cas consécutifs
- Recrutement avant toute intervention chirurgicale ou orthodontique

Les critères d'exclusion seraient :

- Tout autre type de fente que la FLP unilatérale
- Syndromes

▪ Protocole de traitement

Afin de limiter les biais, il est préférable de réaliser une étude monocentrique impliquant le même chirurgien et le même orthodontiste pour chaque patient traité.

Afin que les patients soient comparables en tous points, à l'exception de l'âge de greffe osseuse alvéolaire, il est nécessaire que le protocole chirurgical en petite enfance soit exactement le même pour chaque enfant.

À titre d'exemple, actuellement à Strasbourg, les chirurgies de la lèvre, du nez et du voile du palais ont lieu à 6 mois tandis que l'intervention sur le palais osseux se fait entre 14 et 18 mois.

En vue de limiter tout biais de sélection, une randomisation doit être menée. Ainsi, les patients se voient aléatoirement répartis dans l'un des deux groupes : greffe alvéolaire précoce ou greffe alvéolaire tardive.

De manière évidente, la mise en œuvre d'une procédure en double aveugle est impossible dans notre cas. Cependant, l'analyse du critère de jugement principal pourra être réalisée en aveugle, limitant ainsi le risque de biais de jugement.

Le protocole orthodontique pré-chirurgical proposé est le suivant :

- Expansion transversale maxillaire systématique réalisée à l'aide d'un quadhelix, afin d'obtenir une distance inter-canine maxillaire 5 millimètres plus importante que la mandibulaire
- En cas de présence de la canine lactéale, la conserver jusqu'à la chirurgie
- Pas de mise en place d'appareillage multi-attaches en denture mixte.

Enfin, le protocole chirurgical proposé est le suivant :

- Greffe osseuse alvéolaire précoce ou tardive. La greffe précoce est réalisée à en denture temporaire, avant l'éruption des incisives permanentes tandis que la greffe tardive a lieu avant l'éruption des canines permanentes, à l'âge de 9-10 ans environ
- Le greffon est prélevé dans la région iliaque.

▪ **Variables relevées et détermination du risque d'inclusion**

L'évaluation du risque d'inclusion de la canine maxillaire se fait à l'âge de 12 ans à l'aide de critères cliniques et radiologiques.

Le choix de l'âge est basé sur l'âge moyen d'éruption des canines maxillaires en population générale, et sur le retard dentaire d'environ un an et demi chez le patient porteur de FLP.

Les critères cliniques relevés sont :

- La présence ou non de la canine lactéale
- La présence ou non de la canine permanente
- En cas d'absence de la canine permanente sur arcade, la présence ou non d'une voussure vestibulaire ou palatine en regard de la zone d'éruption supposée de la canine permanente
- En cas de présence de la canine permanente sur arcade, son état parodontal (indice de plaque, indice de saignement, récession, présence de poche, éruption en gencive attachée ou en muqueuse alvéolaire)
- L'état de l'incisive latérale homolatérale : agénésie, dystrophie, surnuméraire ou normale.

Les critères radiologiques, relevés sur CBCT, sont (Figure 20)(Figure 23) :

- Le taux de résorption du greffon ou le coefficient osseux résiduel. Ce taux est généralement obtenu en comparant le volume de la fente sur un CBCT pré-greffe au volume greffé résiduel.
- L'angle entre la canine et la ligne de référence sur une coupe frontale (231)
- L'angle entre la canine et la ligne de référence sur une coupe sagittale
- L'angle entre la canine et la ligne médiane
- L'angle entre la canine et la ligne bi-condylienne sur une reconstitution de l'OPT
- L'angle entre la canine et l'incisive latérale homolatérale sur une reconstitution de l'OPT
- L'angle entre la canine et la première prémolaire homolatérale sur une reconstitution de l'OPT
- La distance de la pointe canine à l'arcade dentaire sur une coupe transversale
- La distance de l'apex canin à l'arcade dentaire sur une coupe transversale
- La distance de la pointe canine à la ligne médiane sur une coupe frontale

- La distance de la pointe canine au plan d'occlusion sur une reconstitution de l'OPT.

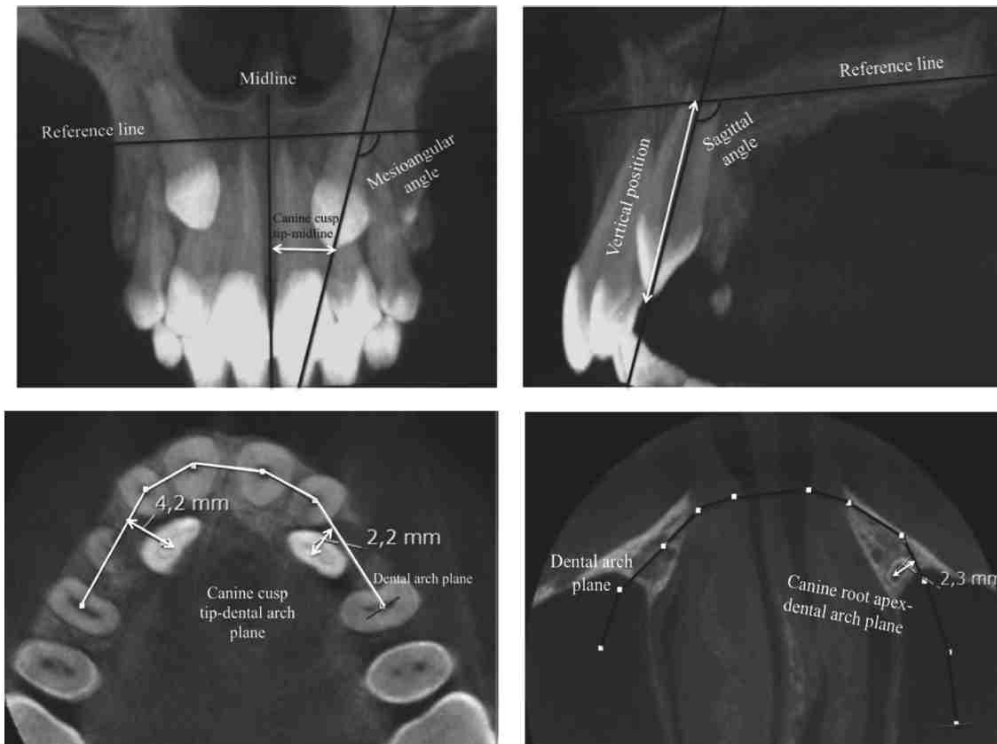


Figure 23 : variables mesurées sur CBCT

Nous proposons de réaliser une visite de contrôle 24 mois après l'évaluation clinique et radiographique, soit vers l'âge de 14 ans, afin de comparer le nombre de canines incluses en fonction du timing de greffe osseuse alvéolaire.

Ce protocole permettrait également de déduire à posteriori des valeurs seuils radiographiques à partir desquelles une canine est considérée à risque d'inclusion.

Conclusions

L'inclusion des canines maxillaires est une anomalie d'éruption dentaire affectant 1 à 3% de la population générale et 10 à 20% des patients porteurs de fente labio-palatine.

Les dents incluses pouvant engendrer de nombreuses complications (résorptions radiculaires, ankylose...), leur diagnostic précoce permettrait la mise en place de mesures interceptives afin de normaliser leur chemin d'éruption. Ce diagnostic repose sur l'identification de facteurs prédictifs cliniques et radiologiques dont la fiabilité pour la population générale est largement documentée.

Cliniquement, certaines anomalies dentaires ou malocclusions, telles que l'agénésie d'une incisive latérale ou la Classe II division 2 semblent être des signes avant-coureurs de l'inclusion de la canine maxillaire.

Le développement radiculaire, la position mésio-distale et l'angle « alpha » mesurés sur un orthopantomogramme sont parmi les facteurs prédictifs les plus fiables. Des études plus récentes ont également permis la détermination de facteurs sur CBCT.

Une fois une canine définie à risque d'inclusion, plusieurs traitements interceptifs tels que l'avulsion de la canine lactéale ou encore l'expansion transversale maxillaire peuvent permettre de normaliser son chemin d'éruption.

La prédictibilité de l'inclusion des canines maxillaires pour le patient porteur de fente labio-palatine est largement moins documentée malgré la haute prévalence de l'atteinte chez ces patients.

Les facteurs cliniques sont peu décrits dans la littérature et leur influence semble moins prononcée qu'en population générale.

Concernant les variables radiologiques, seul l'angle « alpha » semble être un facteur prédictif fiable. Le développement radiculaire de la canine ainsi que sa position sagittale et verticale n'ont pas la même valeur prédictive qu'en population générale.

La greffe osseuse alvéolaire est certainement l'un des critères impactant le plus l'éruption de la canine maxillaire, permettant une augmentation franche du taux d'éruption spontanée de cette dernière. Toutefois, l'influence du timing de greffe

osseuse reste incertaine, bien que les études à notre disposition semblent montrer la non-infériorité de la greffe précoce.

Pour conclure, d'autres études sont nécessaires afin de déterminer précisément les facteurs prédictifs de l'inclusion de la canine maxillaire chez le patient porteur de fente labio-palatine.

SIGNATURE DES CONCLUSIONS

Thèse en vue du Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire.

Nom - prénom de l'impétrant : OHAYON JérémY

Titre de la thèse : Facteurs prédictifs de l'inclusion de la canine maxillaire en population générale et chez le patient porteur de fente labio-palatine : revue de la littérature

Directeurs de thèse : Docteurs Sophie BAHI-GROSS et Bruno GROLLEMUND

VU
Strasbourg, le 30 08 21
Le Président du Jury

Professeur M-C. MANIERE

VU
Strasbourg, le 31 AOUT 2021
Le Doyen de la Faculté
de Chirurgie Dentaire de Strasbourg.

Professeur C. TADDEZI-GROSS

Annexe : matériel et méthodes du mémoire

Cette étude multicentrique rétrospective a été réalisée à partir de patients suivis par les équipes spécialisées dans la prise en charge des FLP de Strasbourg, Paris et Lausanne.

▪ Critères d'inclusion et d'exclusion

Les critères d'inclusion étaient :

- Patient porteur de fente labio-palatine unilatérale
- Ayant bénéficié d'une greffe osseuse alvéolaire : précoce pour Strasbourg et Paris, tardive pour Lausanne
- Disposant d'un orthopantomogramme réalisé à 11 ans +/- 1 an
- Disposant de l'ensemble du dossier orthodontique et chirurgical.

Les critères d'exclusion étaient :

- Syndromes
- Dossier orthodontique et/ou chirurgical incomplet
- Absence d'orthopantomogramme post-greffe ou de qualité insuffisante pour l'exploitation
- Tout autre type de fente que la FLP unilatérale.

▪ Variables étudiées

Les variables relevées dans le dossier étaient :

- Sexe
- Côté atteint par la fente : droite ou gauche

- Timing de greffe osseuse : précoce ou tardif
- Type de greffon : iliaque, mandibulaire ou autre
- Âge lors de la greffe osseuse
- Expansion transversale maxillaire avant la greffe osseuse : oui ou non
- Dispositif utilisé pour l'expansion maxillaire : disjoncteur, quad-hélix ou autre
- Avulsion de la canine lactéale pour favoriser l'éruption de la permanente : oui ou non
- Âge lors de la réalisation de l'orthopantomogramme post-greffe
- Délai entre la greffe osseuse et l'orthopantomogramme
- Informations sur l'incisive latérale homolatérale : agénésie, dystrophique, surnuméraire ou normale.

Les variables radiographiques étudiées étaient :

- Position mésio-distale de la pointe canine dans les secteurs 1 à 5
- Position verticale de la pointe canine dans les secteurs 1 à 5
- Angle « alpha » entre l'axe longitudinal de la canine et la verticale.

Une canine était considérée à risque d'inclusion si :

- Positionnée mésialement au secteur 2
- Positionnée apicalement au secteur 2
- Angle « alpha » supérieur à 20°.

▪ **Analyse statistique**

Pour l'anonymisation des données, chaque patient s'est vu attribuer un nombre aléatoire entre 1 et 113. Des statistiques descriptives (moyennes et écart-types) ont été utilisées afin de présenter les résultats. Concernant les statistiques inférentielles, les rapports des cotes (OR : *odds-ratio*) avec leurs intervalles de confiance à 95% et

leurs valeurs p (*p-value*) ont été calculés. Le niveau de significativité a été fixé à $p < 0,05$.

▪ **Corrélations intra- et inter-examineurs**

Afin d'obtenir la corrélation intra- et inter-examineurs, 30 canines différentes de celles de l'échantillon ont été réanalysées par l'opérateur JO quinze jours après la mesure initiale. Un second opérateur, SM, a analysé les 113 dents de l'échantillon d'étude pour le calcul de la corrélation inter-examineurs par rapport à l'opérateur principal, et augmenter la validité externe des résultats. Le kappa de Cohen a été calculé pour les variables qualitatives et le coefficient de corrélation intra-classe pour l'angle « alpha ».

Références bibliographiques

1. Indications et non-indications de l'avulsion des troisièmes molaires mandibulaires. 1997 : 78
2. SFODF. Dictionnaire d'Orthognathodontie. 3 ed. Paris: Société Française d'Orthopédie Dento-Faciale; 2015.
3. Orton HS, Garvey MT, Pearson MH. Extrusion of the ectopic maxillary canine using a lower removable appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1995;107(4):349-59.
4. Hurme VO. Ranges of normalcy in the eruption of permanent teeth. *J Dent Child.* 1949;16(2):11-5.
5. Rousset M-M, Boualam N, Delfosse C, Roberts WE. Emergence of permanent teeth: secular trends and variance in a modern sample. *J Dent Child Chic Ill.* 2003;70(3):208-14.
6. Alqerban A, Storms A-S, Voet M, Fieuws S, Willems G. Early prediction of maxillary canine impaction. *Dento Maxillo Facial Radiol.* 2016;45(3):20150232.
7. Dachi SF, Howell FV. A survey of 3, 874 routine full-month radiographs. II. A study of impacted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1961;14:1165-9.
8. Naoumova J, Kurol J, Kjellberg H. Extraction of the deciduous canine as an interceptive treatment in children with palatal displaced canines - part I: shall we extract the deciduous canine or not? *Eur J Orthod.* 2015;37(2):209-18.
9. Paschos E, Huth KC, Fässler H, Rudzki-Janson I. Investigation of maxillary tooth sizes in patients with palatal canine displacement. *J Orofac Orthop.* 2005;66(4):288-98.
10. Sacerdoti R, Baccetti T. Dentoskeletal features associated with unilateral or bilateral palatal displacement of maxillary canines. *Angle Orthod.* 2004;74(6):725-32.
11. Amini F, Hamed S, Haji Ghadimi M, Rakhshan V. Associations between occlusion, jaw relationships, craniofacial dimensions and the occurrence of palatally-displaced canines. *Int Orthod.* 2017;15(1):69-81.
12. Garib D, Massaro C, Yatabe M, Janson G, Lauris JRP. Mesial and distal alveolar bone morphology in maxillary canines moved into the grafted alveolar cleft: Computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;151(5):869-77.
13. Leonardi R, Peck S, Caltabiano M, Barbato E. Palatally displaced canine anomaly in monozygotic twins. *Angle Orthod.* 2003;73(4):466-70.
14. Ericson S, Kurol J. Early treatment of palatally erupting maxillary canines by extraction of the primary canines. *Eur J Orthod.* 1988;10(4):283-95.
15. Takahama Y, Aiyama Y. Maxillary canine impaction as a possible microform of cleft lip and palate. *Eur J Orthod.* 1982;4(4):275-7.
16. Becker A, Smith P, Behar R. The incidence of anomalous maxillary lateral incisors in relation to palatally-displaced cuspids. *Angle Orthod.* 1981;51(1):24-9.
17. Crincoli V, Tettamanti L, Lucchina AG, Dedola A, Cazzolla AP, Lacaita MG, et al. Correlation Between Maxillary Canine Impaction and Facial Biotype. *J Craniofac Surg.* 2019;30(4):1044-8.
18. Cooke J, Wang H-L. Canine impactions: incidence and management. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2006;26(5):483-91.

19. Peck S, Peck L, Kataja M. The palatally displaced canine as a dental anomaly of genetic origin. *Angle Orthod.* 1994;64(4):249-56.
20. Peck S, Peck L, Kataja M. Sense and nonsense regarding palatal canines. *Angle Orthod.* 1995;65(2):99-102.
21. Aileni KR, Rachala MR, Prathima CR, Naveen PK, Soujanya D. Management of an Unusual Ectopic Eruption of Maxillary Canine. *J Clin Diagn Res JCDR.* 2017;11(5):ZD03-5.
22. Cernochova P, Izakovicova-Holla L. Dentoskeletal characteristics in patients with palatally and buccally displaced maxillary permanent canines. *Eur J Orthod.* 2012;34(6):754-61.
23. Warford JH, Grandhi RK, Tira DE. Prediction of maxillary canine impaction using sectors and angular measurement. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;124(6):651-5.
24. Hitchin AD. The impacted maxillary canine. *Dent Pract Dent Rec.* 1951;2(4):100-3.
25. Rayne J. The unerupted maxillary canine. *Dent Pract Dent Rec.* 1969;19(6):194-204.
26. Garib DG, Lancia M, Kato RM, Oliveira TM, Neves LT das. Risk of developing palatally displaced canines in patients with early detectable dental anomalies: a retrospective cohort study. *J Appl Oral Sci Rev FOB.* 2016;24(6):549-54.
27. Adams GL, Gansky SA, Miller AJ, Harrell WE, Hatcher DC. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004;126(4):397-409.
28. Dhillon M, Raju SM, Verma S, Tomar D, Mohan RS, Lakhanpal M, et al. Positioning errors and quality assessment in panoramic radiography. *Imaging Sci Dent.* 2012;42(4):207-12.
29. Freisfeld M, Dahl IA, Jäger A, Drescher D, Schüller H. X-ray diagnosis of impacted upper canines in panoramic radiographs and computed tomographs. *J Orofac Orthop.* 1999;60(3):177-84.
30. Jacoby H. The etiology of maxillary canine impactions. *Am J Orthod.* 1983;84(2):125-32.
31. Larsen HJ, Sørensen HB, Artmann L, Christensen IJ, Kjaer I. Sagittal, vertical and transversal dimensions of the maxillary complex in patients with ectopic maxillary canines. *Orthod Craniofac Res.* 2010;13(1):34-9.
32. Peck S, Peck L, Kataja M. Site-specificity of tooth agenesis in subjects with maxillary canine malpositions. *Angle Orthod.* 1996;66(6):473-6.
33. Peck S, Peck L, Kataja M. Concomitant occurrence of canine malposition and tooth agenesis: evidence of orofacial genetic fields. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2002;122(6):657-60.
34. Baccetti T. A controlled study of associated dental anomalies. *Angle Orthod.* 1998;68(3):267-74.
35. Vastardis H. The genetics of human tooth agenesis: new discoveries for understanding dental anomalies. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000;117(6):650-6.
36. Pirinen S, Arte S, Apajalahti S. Palatal displacement of canine is genetic and related to congenital absence of teeth. *J Dent Res.* 1996;75(10):1742-6.
37. Bjerklin K, Kurol J, Valentin J. Ectopic eruption of maxillary first permanent molars and association with other tooth and developmental disturbances. *Eur J Orthod.*

1992;14(5):369-75.

38. Shalish M, Chaushu S, Wasserstein A. Malposition of unerupted mandibular second premolar in children with palatally displaced canines. *Angle Orthod.* 2009;79(4):796-9.
39. van den Boogaard MJ, Dorland M, Beemer FA, van Amstel HK. MSX1 mutation is associated with orofacial clefting and tooth agenesis in humans. *Nat Genet.* 2000;24(4):342-3.
40. Becker A, Chaushu S. Etiology of maxillary canine impaction: a review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2015;148(4):557-67.
41. Broadbent BH. Ontogenic Development of Occlusion*. *Angle Orthod.* 1941;11(4):223-41.
42. Miller BH. The influence of congenitally missing teeth on the eruption of the upper canine. *Dent Pr Dent Rec.* 1963;13:497-504.
43. Bass TB. Observations on the misplaced upper canine tooth. *Dent Pract Dent Rec.* 1967;18(1):25-33.
44. Zilberman Y, Cohen B, Becker A. Familial trends in palatal canines, anomalous lateral incisors, and related phenomena. *Eur J Orthod.* 1990;12(2):135-9.
45. Bishara SE. Impacted maxillary canines: a review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1992;101(2):159-71.
46. Bishara SE, Kommer DD, McNeil MH, Montagano LN, Oesterle LJ, Youngquist HW. Management of impacted canines. *Am J Orthod.* 1976;69(4):371-87.
47. Becker A. In defense of the guidance theory of palatal canine displacement. *Angle Orthod.* 1995;65(2):95-8.
48. Becker A, Zilberman Y, Tsur B. Root length of lateral incisors adjacent to palatally-displaced maxillary cuspids. *Angle Orthod.* 1984;54(3):218-25.
49. Liuk IW, Olive RJ, Griffin M, Monsour P. Maxillary lateral incisor morphology and palatally displaced canines: a case-controlled cone-beam volumetric tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013;143(4):522-6.
50. Brook AH. A unifying aetiological explanation for anomalies of human tooth number and size. *Arch Oral Biol.* 1984;29(5):373-8.
51. Thesleff I. The genetic basis of tooth development and dental defects. *Am J Med Genet A.* 2006;140(23):2530-5.
52. Lappin MM. Practical management of the impacted maxillary cuspid. *Am J Orthod.* 1951;37(10):769-78.
53. Becker A. *Orthodontic treatment of impacted teeth.* Third edition. Chichester, West Sussex, UK ; Ames, Iowa: Wiley-Blackwell; 2012. 1 p.
54. Brorsson Y, Naoumova J. Delayed diagnosis of displaced and impacted canines – a prospective longitudinal study. *Acta Odontol Scand.* 2020;78(3):165-72.
55. Mavreas D, Athanasiou AE. Factors affecting the duration of orthodontic treatment: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2008;30(4):386-95.
56. Barlow ST, Moore MB, Sherriff M, Ireland AJ, Sandy JR. Palatally impacted canines and the modified index of orthodontic treatment need. *Eur J Orthod.* 2009;31(4):362-6.
57. da Silva Santos LM, Bastos LC, Oliveira-Santos C, da Silva SJA, Neves FS, Campos PSF. Cone-beam computed tomography findings of impacted upper canines. *Imaging Sci Dent.*

2014;44(4):287-92.

58. Crescini A, Nieri M, Rotundo R, Baccetti T, Cortellini P, Prato GPP. Combined surgical and orthodontic approach to reproduce the physiologic eruption pattern in impacted canines: report of 25 patients. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2007;27(6):529-37.
59. Alyammahi AS, Kaklamanos EG, Athanasiou AE. Effectiveness of extraction of primary canines for interceptive management of palatally displaced permanent canines: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2018;40(2):149-56.
60. Naoumova J, Kurol J, Kjellberg H. A systematic review of the interceptive treatment of palatally displaced maxillary canines. *Eur J Orthod.* 2011;33(2):143-9.
61. Becker A, Chaushu S. Success rate and duration of orthodontic treatment for adult patients with palatally impacted maxillary canines. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;124(5):509-14.
62. Wasserstein A, Brezniak N, Shalish M, Heller M, Rakocz M. Angular changes and their rates in concurrence to developmental stages of the mandibular second premolar. *Angle Orthod.* 2004;74(3):332-6.
63. Stahl F, Grabowski R. Maxillary canine displacement and genetically determined predisposition to disturbed development of the dentition. *J Orofac Orthop.* 2003;64(3):167-77.
64. Chaushu S, Sharabi S, Becker A. Dental morphologic characteristics of normal versus delayed developing dentitions with palatally displaced canines. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2002;121(4):339-46.
65. Sigler LM, Baccetti T, McNamara JA. Effect of rapid maxillary expansion and transpalatal arch treatment associated with deciduous canine extraction on the eruption of palatally displaced canines: A 2-center prospective study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2011;139(3):e235-244.
66. Sørensen HB, Artmann L, Larsen HJ, Kjaer I. Radiographic assessment of dental anomalies in patients with ectopic maxillary canines. *Int J Paediatr Dent.* 2009;19(2):108-14.
67. Odeh R, Townsend G, Mihailidis S, Lähdesmäki R, Hughes T, Brook A. Infraocclusion: Dental development and associated dental variations in singletons and twins. *Arch Oral Biol.* 2015;60(9):1394-402.
68. Beक्टर KB, Steiniche K, Kjaer I. Association between ectopic eruption of maxillary canines and first molars. *Eur J Orthod.* 2005;27(2):186-9.
69. Baccetti T, Sigler LM, McNamara JA. An RCT on treatment of palatally displaced canines with RME and/or a transpalatal arch. *Eur J Orthod.* 2011;33(6):601-7.
70. Leifert S, Jonas IE. Dental anomalies as a microsymptom of palatal canine displacement. *J Orofac Orthop.* 2003;64(2):108-20.
71. Naoumova J, Alfaro GE, Peck S. Space conditions, palatal vault height, and tooth size in patients with and without palatally displaced canines: A prospective cohort study. *Angle Orthod.* 2018;88(6):726-32.
72. Anic-Milosevic S, Varga S, Mestrovic S, Lapter-Varga M, Slaj M. Dental and occlusal features in patients with palatally displaced maxillary canines. *Eur J Orthod.* 2009;31(4):367-73.
73. Becker A, Sharabi S, Chaushu S. Maxillary tooth size variation in dentitions with palatal canine displacement. *Eur J Orthod.* 2002;24(3):313-8.

74. Al-Khateeb S, Abu Alhaija ES, Rwaite A, Burqan BA. Dental arch parameters of the displacement and nondisplacement sides in subjects with unilateral palatal canine ectopia. *Angle Orthod.* 2013;83(2):259-65.
75. Mossey PA, Campbell HM, Luffingham JK. The palatal canine and the adjacent lateral incisor: a study of a west of Scotland population. *Br J Orthod.* 1994;21(2):169-74.
76. Oliver RG, Mannion JE, Robinson JM. Morphology of the maxillary lateral incisor in cases of unilateral impaction of the maxillary canine. *Br J Orthod.* 1989;16(1):9-16.
77. Al-Nimri K, Gharaibeh T. Space conditions and dental and occlusal features in patients with palatally impacted maxillary canines: an aetiological study. *Eur J Orthod.* 2005;27(5):461-5.
78. Brin I, Becker A, Shalhav M. Position of the maxillary permanent canine in relation to anomalous or missing lateral incisors: a population study. *Eur J Orthod.* 1986;8(1):12-6.
79. McConnell TL, Hoffman DL, Forbes DP, Janzen EK, Weintraub NH. Maxillary canine impaction in patients with transverse maxillary deficiency. *ASDC J Dent Child.* 1996;63(3):190-5.
80. Lüdicke G, Harzer W, Tausche E. Incisor inclination--risk factor for palatally-impacted canines. *J Orofac Orthop.* 2008;69(5):357-64.
81. Baccetti T, Mucedero M, Leonardi M, Cozza P. Interceptive treatment of palatal impaction of maxillary canines with rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009;136(5):657-61.
82. Saiar M, Rebellato J, Sheats RD. Palatal displacement of canines and maxillary skeletal width. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;129(4):511-9.
83. Mahaini L. The Relationship between Palatal Displacement of Upper Canines and Incisors Widths in a Syrian Sample of Patients with Uncrowded Arches. *J Contemp Dent Pract.* 2015;16(11):873-5.
84. Stellzig A, Basdra EK, Komposch G. [The etiology of canine tooth impaction--a space analysis]. *Fortschr Kieferorthop.* 1994;55(3):97-103.
85. Langberg BJ, Peck S. Adequacy of maxillary dental arch width in patients with palatally displaced canines. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000;118(2):220-3.
86. Proffit WR. *Contemporary orthodontics.* 6th edition. Philadelphia, IL: Elsevier; 2018.
87. Basdra EK, Kiokpasoglou M, Stellzig A. The Class II Division 2 craniofacial type is associated with numerous congenital tooth anomalies. *Eur J Orthod.* 2000;22(5):529-35.
88. McNamara JA. Components of class II malocclusion in children 8-10 years of age. *Angle Orthod.* 1981;51(3):177-202.
89. Glenny A-M, Harrison JE. How to...interpret the orthodontic literature. *J Orthod.* 2003;30(2):159-64.
90. Uribe P, Ransjö M, Westerlund A. Clinical predictors of maxillary canine impaction: a novel approach using multivariate analysis. *Eur J Orthod.* 2017;39(2):153-60.
91. Tausche E, Harzer W. Treatment of a patient with Class II malocclusion, impacted maxillary canine with a dilacerated root, and peg-shaped lateral incisors. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133(5):762-70.
92. Gron AM. Prediction of tooth emergence. *J Dent Res.* 1962;41:573-85.

93. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol.* 1973;45(2):211-27.
94. Nolla CM. The development of permanent teeth. *J Dent Child.* 1960;27:254-66.
95. Moorrees CF, Fanning EA, Hunt EE. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res.* 1963;42:1490-502.
96. Kolb C. Détermination de l'âge dentaire des enfants et des adolescents : intérêt judiciaire et méthodes. 2019.
97. Kokich VG. Surgical and orthodontic management of impacted maxillary canines. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004;126(3):278-83.
98. Sajnani AK, King NM. Early prediction of maxillary canine impaction from panoramic radiographs. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2012;142(1):45-51.
99. Naoumova J, Kjellberg H. The use of panoramic radiographs to decide when interceptive extraction is beneficial in children with palatally displaced canines based on a randomized clinical trial. *Eur J Orthod.* 2018;40(6):565-74.
100. Lindauer SJ, Rubenstein LK, Hang WM, Andersen WC, Isaacson RJ. Canine impaction identified early with panoramic radiographs. *J Am Dent Assoc.* 1992;123(3):91-2, 95-7.
101. Smailienė D, Sidlauskas A, Lopatienė K, Guzevičienė V, Juodžbalys G. Factors affecting self-eruption of displaced permanent maxillary canines. *Med Kaunas Lith.* 2011;47(3):163-9.
102. Malik DES, Fida M, Sukhia RH. Correlation between radiographic parameters for the prediction of palatally impacted maxillary canines. *J Orthod.* 2019;46(1):6-13.
103. Margot R, Maria CDL-P, Ali A, Annouschka L, Anna V, Guy W. Prediction of maxillary canine impaction based on panoramic radiographs. *Clin Exp Dent Res.* 2020;6(1):44-50.
104. Power SM, Short MB. An investigation into the response of palatally displaced canines to the removal of deciduous canines and an assessment of factors contributing to favourable eruption. *Br J Orthod.* 1993;20(3):215-23.
105. Laurenziello M, Montaruli G, Gallo C, Tepedino M, Guida L, Perillo L, et al. Determinants of maxillary canine impaction: Retrospective clinical and radiographic study. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(11):e1304-9.
106. Baccetti T, Crescini A, Nieri M, Rotundo R, Pini Prato GP. Orthodontic treatment of impacted maxillary canines: an appraisal of prognostic factors. *Prog Orthod.* 2007;8(1):6-15.
107. Lamparski DG, Nanda SK. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. In: *Treatment timing: orthodontics in four dimensions.* McNamara JA, ed., Monograph N°39, Craniofacial growth series, Center for Human Growth and Development. Ann Arbor: MI : The University of Michigan; 2002:171-194.
108. Franchi L, Baccetti T, McNamara JA. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000;118(3):335-40.
109. McNamara JA, Brudon WL. *Orthodontics and dentofacial orthopedics.* 3. printing. Ann Arbor: Needham Press; 2004. 554 p.
110. Baccetti T, Franchi L, De Lisa S, Giuntini V. Eruption of the maxillary canines in relation to skeletal maturity. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133(5):748-51.

111. Baccetti T, Leonardi M, Armi P. A randomized clinical study of two interceptive approaches to palatally displaced canines. *Eur J Orthod.* 2008;30(4):381-5.
112. Mercuri E, Cassetta M, Cavallini C, Vicari D, Leonardi R, Barbato E. Skeletal features in patient affected by maxillary canine impaction. *Med Oral Patol Oral Cirurgia Bucal.* 2013;18(4):e597-602.
113. Williams BH. Diagnosis and prevention of maxillary cuspid impaction. *Angle Orthod.* 1981;51(1):30-40.
114. Haji Ghadimi M, Amini F, Hamed S, Rakhshan V. Associations among sella turcica bridging, atlas arcuate foramen (ponticulus posticus) development, atlas posterior arch deficiency, and the occurrence of palatally displaced canine impaction. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;151(3):513-20.
115. Ali B, Shaikh A, Fida M. Association between sella turcica bridging and palatal canine impaction. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2014;146(4):437-41.
116. Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years. *Angle Orthod.* 1981;51(2):115-50.
117. Sambataro S, Baccetti T, Franchi L, Antonini F. Early predictive variables for upper canine impaction as derived from posteroanterior cephalograms. *Angle Orthod.* 2005;75(1):28-34.
118. Van der Stelt PF. [Panoramic radiographs in dental diagnostics]. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* 2016;123(4):181-7.
119. Nikneshan S, Sharafi M, Emadi N. Evaluation of the accuracy of linear and angular measurements on panoramic radiographs taken at different positions. *Imaging Sci Dent.* 2013;43(3):191-6.
120. Chaushu S, Chaushu G, Becker A. The use of panoramic radiographs to localize displaced maxillary canines. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999;88(4):511-6.
121. Holberg C, Steinhäuser S, Geis P, Rudzki-Janson I. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. *J Orofac Orthop.* 2005;66(6):434-44.
122. Mckee IW, Glover KE, Williamson PC, Lam EW, Heo G, Major PW. The effect of vertical and horizontal head positioning in panoramic radiography on mesiodistal tooth angulations. *Angle Orthod.* 2001;71(6):442-51.
123. Rondon RHN, Pereira YCL, do Nascimento GC. Common positioning errors in panoramic radiography: A review. *Imaging Sci Dent.* 2014;44(1):1-6.
124. Serrant PS, McIntyre GT, Thomson DJ. Localization of ectopic maxillary canines -- is CBCT more accurate than conventional horizontal or vertical parallax? *J Orthod.* 2014;41(1):13-8.
125. Alqerban A, Hedesiu M, Baciut M, Nackaerts O, Jacobs R, Fieuws S, et al. Pre-surgical treatment planning of maxillary canine impactions using panoramic vs cone beam CT imaging. *Dento Maxillo Facial Radiol.* 2013;42(9):20130157.
126. Padisar P, Tofangchiha M, Salari B, Oveisi S. Comparison of Three-Dimensional and Conventional Orthodontic Imaging Modalities for Localization of Impacted Maxillary Canines in Patients With Alveolar Cleft. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2021;58(2):202-7.
127. Kitai N, Murabayashi M, Sugimoto H, Fujiwara A, Tome W, Katsumata A. Accuracy

and head positioning effects on measurements of anterior tooth length using 3-dimensional and conventional dental panoramic radiography. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;151(3):607-15.

128. Ngo CTT, Fishman LS, Rossouw PE, Wang H, Said O. Correlation between panoramic radiography and cone-beam computed tomography in assessing maxillary impacted canines. *Angle Orthod.* 2018;88(4):384-9.

129. Jung YH, Liang H, Benson BW, Flint DJ, Cho BH. The assessment of impacted maxillary canine position with panoramic radiography and cone beam CT. *Dento Maxillo Facial Radiol.* 2012;41(5):356-60.

130. Pauwels R, Cockmartin L, Ivanauskaitė D, Urbonienė A, Gavala S, Donta C, et al. Estimating cancer risk from dental cone-beam CT exposures based on skin dosimetry. *Phys Med Biol.* 2014;59(14):3877-91.

131. Kim S, Yoshizumi TT, Frush DP, Toncheva G, Yin F-F. Radiation dose from cone beam CT in a pediatric phantom: risk estimation of cancer incidence. *AJR Am J Roentgenol.* 2010;194(1):186-90.

132. Alqerban A, Jacobs R, Fieuws S, Willems G. Radiographic predictors for maxillary canine impaction. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2015;147(3):345-54.

133. Naoumova J, Kürol J, Kjellberg H. Extraction of the deciduous canine as an interceptive treatment in children with palatally displaced canines - part II: possible predictors of success and cut-off points for a spontaneous eruption. *Eur J Orthod.* 2015;37(2):219-29.

134. Bazargani F, Magnuson A, Lennartsson B. Effect of interceptive extraction of deciduous canine on palatally displaced maxillary canine: a prospective randomized controlled study. *Angle Orthod.* 2014;84(1):3-10.

135. Alessandri Bonetti G, Zanarini M, Incerti Parenti S, Marini I, Gatto MR. Preventive treatment of ectopically erupting maxillary permanent canines by extraction of deciduous canines and first molars: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2011;139(3):316-23.

136. Baccetti T, Mucedero M, Leonardi M, Cozza P. Interceptive treatment of palatal impaction of maxillary canines with rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009;136(5):657-61.

137. Celikoglu M, Buyuk SK, Sekerci AE, Cantekin K, Candirli C. Maxillary dental anomalies in patients with cleft lip and palate: a cone beam computed tomography study. *J Clin Pediatr Dent.* 2015;39(2):183-6.

138. Teissier N, Bennaceur S, Van Den Abbeele T. Traitement primaire des fentes labiales et palatines. 2015;1-14.

139. Mossey PA, Little J, Munger RG, Dixon MJ, Shaw WC. Cleft lip and palate. *Lancet Lond Engl.* 2009;374(9703):1773-85.

140. Gundlach KKH, Maus C. Epidemiological studies on the frequency of clefts in Europe and world-wide. *J Cranio-Maxillo-fac Surg.* 2006;34 Suppl 2:1-2.

141. IPDTC Working Group. Prevalence at birth of cleft lip with or without cleft palate: data from the International Perinatal Database of Typical Oral Clefts (IPDTC). *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2011;48(1):66-81.

142. Shapira Y, Lubit E, Kuftinec MM. Congenitally missing second premolars in cleft lip and cleft palate children. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1999;115(4):396-400.

143. Cunningham ML. Syndromes of the Head and Neck, Fourth Edition, by R.J. Gorlin, M.M. Cohen, and R.C.M. Hennekam. *Am J Med Genet.* 2002;113(3):312-312.
144. Russell KADDS, McLeod CE. Canine Eruption in Patients with Complete Cleft Lip and Palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2008;45(1):73-80.
145. Pastuszak P, Dunin-Wilczyńska I, Lasota A. Frequency of Additional Congenital Dental Anomalies in Children with Cleft Lip, Alveolar and Palate. *J Clin Med.* 2020;9(12).
146. Dewinter G, Quirynen M, Heidbüchel K, Verdonck A, Willems G, Carels C. Dental abnormalities, bone graft quality, and periodontal conditions in patients with unilateral cleft lip and palate at different phases of orthodontic treatment. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2003;40(4):343-50.
147. Alqerban A. Impacted maxillary canine in unilateral cleft lip and palate: A literature review. *Saudi Dent J.* 2019;31(1):84-92.
148. Mangione F, Nguyen L, Fomou N, Bocquet E, Dursun E. Cleft palate with/without cleft lip in French children: radiographic evaluation of prevalence, location and coexistence of dental anomalies inside and outside cleft region. *Clin Oral Investig.* 2018;22(2):689-95.
149. Akcam MO, Evirgen S, Uslu O, Memikoğlu UT. Dental anomalies in individuals with cleft lip and/or palate. *Eur J Orthod.* 2010;32(2):207-13.
150. Derijcke A, Eerens A, Carels C. The incidence of oral clefts: a review. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1996;34(6):488-94.
151. Hogan L, Shand JM, Heggie AA, Kilpatrick N. Canine eruption into grafted alveolar clefts: a retrospective study. *Aust Dent J.* 2003;48(2):119-24.
152. Basha M, Demeer B, Revencu N, Helaers R, Theys S, Bou Saba S, et al. Whole exome sequencing identifies mutations in 10% of patients with familial non-syndromic cleft lip and/or palate in genes mutated in well-known syndromes. *J Med Genet.* 2018;55(7):449-58.
153. Rahimov F, Jugessur A, Murray JC. Genetics of nonsyndromic orofacial clefts. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2012;49(1):73-91.
154. da Silva HPV, Oliveira GH de M, Ururahy MAG, Bezerra JF, de Souza KSC, Bortolin RH, et al. Application of high-resolution array platform for genome-wide copy number variation analysis in patients with nonsyndromic cleft lip and palate. *J Clin Lab Anal.* 2018;32(6):e22428.
155. Veroniki AA, Rios P, Cogo E, Straus SE, Finkelstein Y, Kealey R, et al. Comparative safety of antiepileptic drugs for neurological development in children exposed during pregnancy and breast feeding: a systematic review and network meta-analysis. *BMJ Open.* 2017;7(7):e017248.
156. Enato E, Moretti M, Koren G. The fetal safety of benzodiazepines: an updated meta-analysis. *J Obstet Gynaecol Can JOGC J Obstet Gynecol Can JOGC.* 2011;33(1):46-8.
157. Millacura N, Pardo R, Cifuentes L, Suazo J. Effects of folic acid fortification on orofacial clefts prevalence: a meta-analysis. *Public Health Nutr.* 2017;20(12):2260-8.
158. Butali A, Little J, Chevrier C, Cordier S, Steegers-Theunissen R, Jugessur A, et al. Folic acid supplementation use and the MTHFR C677T polymorphism in orofacial clefts etiology: An individual participant data pooled-analysis. *Birt Defects Res A Clin Mol Teratol.* 2013;97(8):509-14.
159. Xuan Z, Zhongpeng Y, Yanjun G, Jiaqi D, Yuchi Z, Bing S, et al. Maternal active

smoking and risk of oral clefts: a meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2016;122(6):680-90.

160. Sabbagh HJ, Hassan MHA, Innes NPT, Elkodary HM, Little J, Mossey PA. Passive smoking in the etiology of non-syndromic orofacial clefts: a systematic review and meta-analysis. *PloS One.* 2015;10(3):e0116963.

161. Romitti PA, Herring AM, Dennis LK, Wong-Gibbons DL. Meta-analysis: pesticides and orofacial clefts. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2007;44(4):358-65.

162. Murphy VE, Wang G, Namazy JA, Powell H, Gibson PG, Chambers C, et al. The risk of congenital malformations, perinatal mortality and neonatal hospitalisation among pregnant women with asthma: a systematic review and meta-analysis. *BJOG Int J Obstet Gynaecol.* 2013;120(7):812-22.

163. Balsells M, García-Patterson A, Gich I, Corcoy R. Major congenital malformations in women with gestational diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Metab Res Rev.* 2012;28(3):252-7.

164. Herkrath APC de Q, Herkrath FJ, Rebelo MAB, Vettore MV. Parental age as a risk factor for non-syndromic oral clefts: a meta-analysis. *J Dent.* 2012;40(1):3-14.

165. El Deeb M, Messer LB, Lehnert MW, Hebda TW, Waite DE. Canine eruption into grafted bone in maxillary alveolar cleft defects. *Cleft Palate J.* 1982;19(1):9-16.

166. Enemark H, Krantz-Simonsen E, Schramm JE. Secondary bonegrafting in unilateral cleft lip palate patients: indications and treatment procedure. *Int J Oral Surg.* 1985;14(1):2-10.

167. Tortora C, Meazzini MC, Garattini G, Brusati R. Prevalence of abnormalities in dental structure, position, and eruption pattern in a population of unilateral and bilateral cleft lip and palate patients. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2008;45(2):154-62.

168. Bergland O, Semb G, Abyholm F, Borchgrevink H, Eskeland G. Secondary bone grafting and orthodontic treatment in patients with bilateral complete clefts of the lip and palate. *Ann Plast Surg.* 1986;17(6):460-74.

169. Simões Holz I, Martinelli Carvalho R, Lauris JR, Lindauer SJ, Gamba Garib D. Permanent canine eruption into the alveolar cleft region after secondary alveolar bone grafting: Are there prediction factors for impaction? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018;154(5):657-63.

170. Rizell S, Alhakim Z, Mark H, Naoumova J. Predictive factors for canine position in patients with unilateral cleft lip and palate. *Eur J Orthod.* 2020;

171. Jordan RE, Kraus BS, Neptune CM. Dental abnormalities associated with cleft lip and/or palate. *Cleft Palate J.* 1966;3:22-55.

172. Schroeder DC, Green LJ. Frequency of dental trait anomalies in cleft, sibling, and noncleft groups. *J Dent Res.* 1975;54(4):802-7.

173. Sindet-Pedersen S, Enemark H. Comparative study of secondary and late secondary bone-grafting in patients with residual cleft defects. Short-term evaluation. *Int J Oral Surg.* 1985;14(5):389-98.

174. Weissler EH, Paine KM, Ahmed MK, Taub PJ. Alveolar Bone Grafting and Cleft Lip and Palate: A Review. *Plast Reconstr Surg.* 2016;138(6):1287-95.

175. Rizell S, Bellardie H, Karsten A, Sæle P, Mooney J, Heliövaara A, et al. Scandcleft randomized trials of primary surgery for unilateral cleft lip and palate: dental anomalies in 8-

year olds. *Eur J Orthod.* 2020;42(1):8-14.

176. Lourenço Ribeiro L, Teixeira Das Neves L, Costa B, Ribeiro Gomide M. Dental anomalies of the permanent lateral incisors and prevalence of hypodontia outside the cleft area in complete unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2003;40(2):172-5.

177. Aizenbud D, Camasuvi S, Peled M, Brin I. Congenitally missing teeth in the Israeli cleft population. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2005;42(3):314-7.

178. Tannure PN, Oliveira CAGR, Maia LC, Vieira AR, Granjeiro JM, Costa M de C. Prevalence of dental anomalies in nonsyndromic individuals with cleft lip and palate: a systematic review and meta-analysis. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2012;49(2):194-200.

179. Hellquist R, Linder-Aronson S, Norling M, Ponten B, Stenberg T. Dental abnormalities in patients with alveolar clefts, operated upon with or without primary periosteoplasty. *Eur J Orthod.* 1979;1(3):169-80.

180. Larson M, Hellquist R, Jakobsson OP. Dental abnormalities and ectopic eruption in patients with isolated cleft palate. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 1998;32(2):203-12.

181. Camporesi M, Baccetti T, Marinelli A, Defraia E, Franchi L. Maxillary dental anomalies in children with cleft lip and palate: a controlled study. *Int J Paediatr Dent.* 2010;20(6):442-50.

182. Vellone V, Cirignaco G, Cavarretta B, Cascone P. Canine Eruption After Secondary Alveolar Bone Graft in Unilateral Cleft Lip and Palate Patients. *J Craniofac Surg.* 2017;28(5):1206-10.

183. Kleinpoort F, Ferchichi H, Belkhou A, Tramini P, Bigorre M, Captier G. Early secondary bone grafting in children with alveolar cleft does not modify the risk of maxillary permanent canine impaction at the age of 10 years. *J Cranio-Maxillofac Surg.* 2017;45(4):515-9.

184. Westerlund A, Sjöström M, Björnström L, Ransjö M. What factors are associated with impacted canines in cleft patients? *J Oral Maxillofac Surg.* 2014;72(11):2109-14.

185. Hereman V, Cadenas De Llano-Pérula M, Willems G, Coucke W, Wyatt J, Verdonck A. Associated parameters of canine impaction in patients with unilateral cleft lip and palate after secondary alveolar bone grafting: a retrospective study. *Eur J Orthod.* 2018;40(6):575-82.

186. Gereltzul E, Baba Y, Ohyama K. Attitude of the Canine in Secondary Bone-Grafted and Nongrafted Patients with Cleft Lip and Palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2005;42(6):679-86.

187. Oberoi S, Gill P, Chigurupati R, Hoffman WY, Hatcher DC, Vargervik K. Three-Dimensional Assessment of the Eruption Path of the Canine in Individuals with Bone-Grafted Alveolar Clefts Using Cone Beam Computed Tomography. *Cleft Palate Craniofac J.* 2010;47(5):507-12.

188. Enemark H, Jensen J, Bosch C. Mandibular bone graft material for reconstruction of alveolar cleft defects: long-term results. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2001;38(2):155-63.

189. Gaujac C, de Souza Faco EF, Shinohara EH, de Souza Faco RA, Pereira FP, Assunção WG. Influence analysis of cleft type and supernumerary teeth eruption in the prognosis of bone graft in patients with cleft palate. *J Craniofac Surg.* 2014;25(5):e408-411.

190. Troxell JB, Fonseca RJ, Osbon DB. A retrospective study of alveolar cleft grafting. *J Oral Maxillofac Surg.* 1982;40(11):721-5.

191. Precious DS. A new reliable method for alveolar bone grafting at about 6 years of age. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(10):2045-53.

192. Von Eiselsberg F. Zur technik der uranoplastik. Arch Klin Chir. 1901;(64(64))::509-29.
193. Lexer E. Die verwendung der freien knochenplastic nebst versuchen uber gelenkversteifung & gelenk-transplantation. Arth Klin Chir. 1908;(86):939.
194. da Silva Filho OG, Teles SG, Ozawa TO, Filho LC. Secondary bone graft and eruption of the permanent canine in patients with alveolar clefts: literature review and case report. Angle Orthod. 2000;70(2):174-8.
195. Robertson NR, Jolleys A. Effects of early bone grafting in complete clefts of lip and palate. Plast Reconstr Surg. 1968;42(5):414-21.
196. Fudalej P, Janiszewska-Olszowska J, Wedrychowska-Szulc B, Katsaros C. Early alveolar bone grafting has a negative effect on maxillary dental arch dimensions of pre-school children with complete unilateral cleft lip and palate. Orthod Craniofac Res. 2011;14(2):51-7.
197. Friede H, Johanson B. A follow-up study of cleft children treated with primary bone grafting. 1. Orthodontic aspects. Scand J Plast Reconstr Surg. 1974;8(1-2):88-103.
198. Friede H, Johanson B. Adolescent facial morphology of early bone-grafted cleft lip and palate patients. Scand J Plast Reconstr Surg. 1982;16(1):41-53.
199. Boyne PJ, Sands NR. Secondary bone grafting of residual alveolar and palatal clefts. J Oral Surg Am Dent Assoc 1965. 1972;30(2):87-92.
200. Boyne PJ. Use of marrow-cancellous bone grafts in maxillary alveolar and palatal clefts. J Dent Res. 1974;53(4):821-4.
201. Hall HD, Posnick JC. Early results of secondary bone grafts in 106 alveolar clefts. J Oral Maxillofac Surg. 1983;41(5):289-94.
202. Turvey TA, Vig K, Moriarty J, Hoke J. Delayed bone grafting in the cleft maxilla and palate: a retrospective multidisciplinary analysis. Am J Orthod. 1984;86(3):244-56.
203. Lilja J, Kalaaji A, Friede H, Elander A. Combined bone grafting and delayed closure of the hard palate in patients with unilateral cleft lip and palate: facilitation of lateral incisor eruption and evaluation of indicators for timing of the procedure. Cleft Palate-Craniofacial J. 2000;37(1):98-105.
204. Rosenstein SW, Grasseschi M, Dado DV. A long-term retrospective outcome assessment of facial growth, secondary surgical need, and maxillary lateral incisor status in a surgical-orthodontic protocol for complete clefts. Plast Reconstr Surg. 2003;111(1):1-13; discussion 14-16.
205. Miller LL, Kauffmann D, St John D, Wang D, Grant JH, Waite PD. Retrospective review of 99 patients with secondary alveolar cleft repair. J Oral Maxillofac Surg .2010;68(6):1283-9.
206. Ozawa T, Omura S, Fukuyama E, Matsui Y, Torikai K, Fujita K. Factors influencing secondary alveolar bone grafting in cleft lip and palate patients: prospective analysis using CT image analyzer. Cleft Palate-Craniofacial J. 2007;44(3):286-91.
207. Abyholm FE, Bergland O, Semb G. Secondary bone grafting of alveolar clefts. A surgical/orthodontic treatment enabling a non-prosthetic rehabilitation in cleft lip and palate patients. Scand J Plast Reconstr Surg. 1981;15(2):127-40.
208. Bergland O, Semb G, Abyholm FE. Elimination of the residual alveolar cleft by secondary bone grafting and subsequent orthodontic treatment. Cleft Palate J. 1986;23(3):175-205.

209. Matsui K, Echigo S, Kimizuka S, Takahashi M, Chiba M. Clinical Study on Eruption of Permanent Canines after Secondary Alveolar Bone Grafting. *Cleft Palate Craniofac J*. 2005;42(3):309-13.
210. Kumar R, Heggie A, Shand J, Dominguez-Gonzalez S, Kilpatrick N, Shah J. Secondary bone grafting of alveolar clefts: a review of outcome at two centres in Australia and the UK. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2017;55(5):496-9.
211. Kwon HJ, Waite DE, Stickel FR, Chisholm T, McParland F. The management of alveolar cleft defects. *J Am Dent Assoc*. 1981;102(6):848-53.
212. Trindade IK, Mazzottini R, Silva Filho OG da, Trindade IEK, Deboni MCZ. Long-term radiographic assessment of secondary alveolar bone grafting outcomes in patients with alveolar clefts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005;100(3):271-7.
213. Dissaux C, Bodin F, Grollemund B, Bridonneau T, Kauffmann I, Mattern J-F, et al. Evaluation of success of alveolar cleft bone graft performed at 5 years versus 10 years of age. *J Cranio-Maxillo-fac Surg*. 2016;44(1):21-6.
214. Dissaux C, Kauffmann I, Grollemund B, Bridonneau T, Mattern J-F, Bruant-Rodier C. Correction de la fente alvéolaire par greffe osseuse à 5 ans ou à 10ans : évaluation clinique et radiologique. *Arch Pédiatrie*. 2014;21(5):339.
215. Astrada S, Bennun RD. Cleft Palate Repair: A Study Between Two Surgical Procedures. *J Craniofac Surg*. 2020;31(8):2280-4.
216. Noverraz RLM, Disse MA, Ongkosuwito EM, Kuijpers-Jagtman AM, Prah C. Transverse dental arch relationship at 9 and 12 years in children with unilateral cleft lip and palate treated with infant orthopedics: a randomized clinical trial (DUTCHCLEFT). *Clin Oral Investig*. 2015;19(9):2255-65.
217. Bongaarts CAM, van 't Hof MA, Prah-Andersen B, Dirks IV, Kuijpers-Jagtman AM. Infant orthopedics has no effect on maxillary arch dimensions in the deciduous dentition of children with complete unilateral cleft lip and palate (Dutchcleft). *Cleft Palate-Craniofacial J*. 2006;43(6):665-72.
218. Küseler A, Mølsted K, Marcusson A, Heliövaara A, Karsten A, Bellardie H, et al. Scandcleft randomized trials of primary surgery for unilateral cleft lip and palate: maxillary growth at eight years of age. *Eur J Orthod*. 2020;42(1):24-9.
219. Hammarström IL, Nyberg J, Alaluusua S, Rautio J, Neovius E, Berggren A, et al. Scandcleft Project Trial 2-Comparison of Speech Outcome in 1- and 2-Stage Palatal Closure in 5-Year-Olds With UCLP. *Cleft Palate-Craniofacial J*. 2020;57(4):458-69.
220. Willadsen E, Lohmander A, Persson C, Boers M, Kisling-Møller M, Havstam C, et al. Scandcleft Project, Trial 1: Comparison of Speech Outcome in Relation to Timing of Hard Palate Closure in 5-Year-Olds With UCLP. *Cleft Palate-Craniofacial J*. 2019;56(10):1276-86.
221. Heliövaara A, Skaare P, Küseler A, Shaw W, Mølsted K, Karsten A, et al. Scandcleft randomized trials of primary surgery for unilateral cleft lip and palate. Dental arch relationships in 8 year-olds. *Eur J Orthod*. 2020;42(1):1-7.
222. Karsten A, Marcusson A, Rizell S, Chalien MN, Heliövaara A, Küseler A, et al. Scandcleft randomized trials of primary surgery for unilateral cleft lip and palate: occlusion in 8-year-olds according to the Modified Huddart and Bodenham index. *Eur J Orthod*. 2020;42(1):15-23.
223. Persson C, Pedersen N-H, Hayden C, Bowden M, Aukner R, Vindenes HA, et al.

Scandcleft project trial 3: comparison of speech outcomes in relation to sequence in 2-stage palatal repair procedures in 5-year-olds with unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2020;57(3):352-63.

224. Lohmander A, Willadsen E, Persson C, Henningsson G, Bowden M, Hutters B. Methodology for speech assessment in the Scandcleft project--an international randomized clinical trial on palatal surgery: experiences from a pilot study. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2009;46(4):347-62.

225. Botticelli S, Kùseler A, Marcusson A, Mølsted K, Nørholt SE, Cattaneo PM, et al. Do Infant cleft dimensions have an influence on occlusal relations? A subgroup analysis within an RCT of primary surgery in patients with unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2020;57(3):378-88.

226. Jørgensen LD, Willadsen E. Longitudinal study of the development of obstructed correctness from ages 3 to 5 years in 108 Danish children with unilateral cleft lip and palate: a sub-study within a multicentre randomized controlled trial. *Int J Lang Commun Disord.* 2020;55(1):121-35.

227. Botticelli S, Kùseler A, Mølsted K, Andersen HS, Boers M, Shoeps A, et al. Influence of infant cleft dimensions on velopharyngeal function in 5-Year-Old Danish children Born with unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2020;57(4):420-9.

228. Lohmander A, Olsson M, Flynn T. Early consonant production in Swedish infants with and without unilateral cleft lip and palate and two-stage palatal repair. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2011;48(3):271-85.

229. Precious DS, Delaire J. Clinical observations of cleft lip and palate. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1993;75(2):141-51.

230. Touzet-Roumazielle S, Vi-Fane B, Kadlub N, Genin M, Dissaux C, Raoul G, et al. Osseous and dental outcomes of primary gingivoperiosteoplasty with iliac bone graft: A radiological evaluation. *J Cranio-Maxillo-fac Surg.* 2015;43(6):950-5.

231. Naoumova J, Kjellberg H, Palm R. Cone-beam computed tomography for assessment of palatal displaced canine position: a methodological study. *Angle Orthod.* 2014;84(3):459-66.

OHAYON (Jérémy) – Facteurs prédictifs de l'inclusion de la canine maxillaire en population générale et chez le patient porteur de fente labio-palatine : revue de la littérature

(Thèse : 3^{ème} cycle Sci. odontol. : Strasbourg : 2021 ; N°49)

N°43.22.21.49

Résumé :

L'inclusion des canines maxillaires est une anomalie d'éruption dentaire affectant 1 à 3% de la population générale et 10 à 20% des patients porteurs de fente labio-palatine. Les dents incluses pouvant engendrer de nombreuses complications (résorptions radiculaires, ankylose...), leur diagnostic précoce permettrait la mise en place de mesures interceptives afin de normaliser leur chemin d'éruption. Un diagnostic précoce repose sur l'identification de facteurs prédictifs cliniques et radiologiques. De nombreuses études ont montré la fiabilité de certains facteurs en population générale tels que l'inclinaison, la position mésio-distale ou encore la position verticale de la canine. La prédictibilité de l'inclusion des canines maxillaires pour le patient porteur de fente labio-palatine est largement moins documentée malgré la haute prévalence de l'atteinte chez ces patients.

Notre objectif est de répondre à la question suivante : quels sont les facteurs prédictifs de l'inclusion de la canine maxillaire en population générale mais aussi chez le patient porteur de fente labio-palatine ?

Rubrique de classement : orthodontie

Mots clés : canine / pathologie ; canine incluse ; facteurs prédictifs ; dent incluse / imagerie diagnostique ; orthodontie ; fente labio-palatine / complications ; greffe osseuse alvéolaire / méthodes

MeSH: cuspid / pathology ; impacted canine ; predictive factors ; tooth, impacted / diagnostic imaging ; orthodontics ; cleft lip and palate / complications ; alveolar bone graft / methods

Jury :

Président : Professeur MANIERE Marie-Cécile

Assesseurs : Docteur BAHI-GROSS Sophie

Docteur BOLENDER Yves

Docteur GROLLEMUND Bruno

Coordonnées de l'auteur :

Adresse postale :

Jérémy OHAYON

46 rue du Tivoli

67000 Strasbourg

Adresse de messagerie :

jeremyohayon.campus@gmail.com