

Traitements interceptifs des dysmorphies dans la dimension verticale

J. BOU SERHAL, N. BASSIL-NASSIF, O. HUTEREAU

RÉSUMÉ – Les dysmorphies qui s’expriment dans la dimension verticale sont le résultat de l’interférence de multiples facteurs étiologiques en période de croissance. Ceux-ci comprennent les croissances maxillaire et mandibulaire, les compensations dento-alvéolaires conséquentes ainsi que les facteurs fonctionnels environnementaux. Ces dysmorphies ne sont pas totalement isolées, mais généralement combinées à d’autres qui touchent le sens sagittal et/ou la dimension transversale. Notre intervention doit être tridimensionnelle et prendre en considération l’interaction dans l’espace. Elle doit s’adresser aux composantes cutanée, dento-alvéolaire et squelettique, maxillaire et mandibulaire.

Le traitement interceptif des dysmorphies dans la dimension verticale repose sur deux piliers : le pilier diagnostique et le pilier thérapeutique.

– Le pilier diagnostique vise à mettre en évidence le rapport des différentes structures entre elles et avec les structures avoisinantes. Ces structures concernent la composante cutanée matérialisée par le sourire, la composante dento-alvéolaire qui influence l’inclinaison du plan d’occlusion et la composante squelettique qui déterminera la typologie faciale verticale. Cette analyse nous permettra de classer nos patients en catégories qui, par la suite, faciliteront l’approche thérapeutique.

– Le pilier thérapeutique sert à trouver des solutions à la liste des problèmes établie lors du diagnostic et vise à développer un raisonnement logique, et surtout individuel, indépendamment de la technique orthodontique utilisée. D’où l’intérêt d’une Thérapeutique Orthodontique Individualisée reposant sur des concepts qui pourront être appliqués en fonction des situations cliniques individuelles et des objectifs orthodontiques visés.

ABSTRACT – Vertical dimension deformities result from an interference of multiple etiological factors acting during the growth period. They include maxillary and mandibular growth, dento-alveolar compensations as well as the functional environment. These deformities do not work in total isolation, but usually combine with others present in sagittal and transverse dimensions. Our intervention has to be three-dimensional and take into consideration the interaction of the three dimensions of space. It must address soft tissue components as well as the dento-alveolar and the skeletal ones of the maxilla and the mandible.

Interceptive treatment of vertical dimension deformities should rest on two pillars: the diagnostic and the therapeutic.

– The diagnostic pillar aims to show how different structures relate to each other as well as with neighboring structures. These structures consist of the soft tissue components that will eventually control the smile, the dento-alveolar component that influences occlusal plane inclination and the skeletal component that determines the vertical facial type. Using this analysis, we classify our patients in categories that facilitate our later therapeutic intervention.

– The therapeutic pillar is constructed in an attempt to find solutions for the list of problems established during diagnosis and to encourage development of logical individualized thinking, independently of the orthodontic technique used. All of this underlines the importance of orthodontists choosing an Individualized Orthodontic Therapy based upon concepts that respond to different individual clinical situations and work most effectively to achieve treatment objectives.

MOTS CLÉS – Contrôle vertical / Typologie faciale / Sourire / Plan d’occlusion / Compensation dento-alvéolaire.

KEYWORDS – Vertical control / Facial type / Smile / Occlusal plane / Dento-alveolar compensation.

1. Introduction

Les dysmorphies dans la dimension verticale sont le résultat de l’interférence de multiples facteurs étiologiques en période de croissance. Ceux-ci comprennent les croissances maxillaire et mandibulaire, les compensations dento-alvéo-

laires subséquentes ainsi que les facteurs fonctionnels environnementaux. Il est cependant important, en étudiant la dimension verticale, d’avoir toujours à l’esprit la relation étroite existant entre la croissance verticale et l’antéro-postérieure, dont le résultat final va conduire aux différents types faciaux existants.

Figure 1
Superposition sur le plan SN, le point S enregistré. Déplacements des structures maxillaires et mandibulaires durant une période de 3 ans⁶².

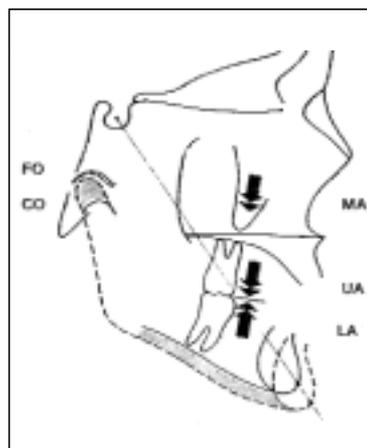
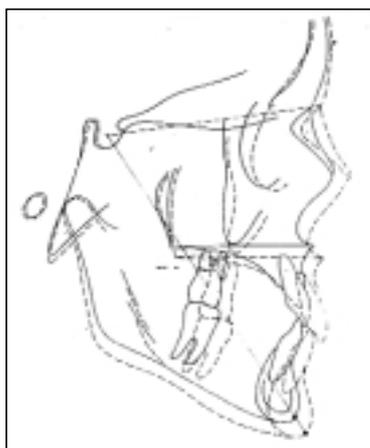


Figure 2
 $CO + FO = MA + UA + LA$
→ Normodivergence⁶².

Figure 3
 $CO + FO > MA + UA + LA$
→ Hypodivergence⁶².

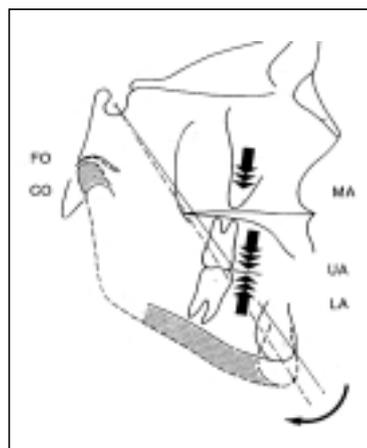
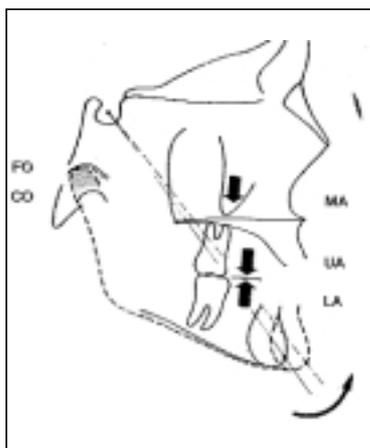


Figure 4
 $CO + FO < MA + UA + LA$
→ Hyperdivergence⁶².

Chez un sujet normal, les croissances des différents éléments de la face s'équilibrent. Le déplacement vers le bas de la cavité glénoïde et la croissance verticale des condyles sont compensés par le développement vertical du maxillaire et des processus alvéolaires maxillo-mandibulaires. Le résultat dans la dimension verticale et le sens sagittal sera un déplacement de la symphyse mandibulaire, en avant et en bas, matérialisé par le déplacement du gnathion le long de l'axe Y de Downs⁶² (FIG. 1).

C'est donc le rapport entre les dimensions verticales postérieure et antérieure de la face qui va déterminer la typologie verticale d'un individu (FIG. 2). Lorsque la somme des croissances verticales maxillaire et alvéolaire maxillo-mandibulaire est inférieure à celle de la fosse glénoïde et du condyle, le résultat est un déplacement symphysaire en avant et une hauteur faciale inférieure diminuée (FIG. 3). L'inverse est vrai pour les patients ayant une hauteur faciale inférieure augmentée (FIG. 4).

2. Diagnostic des dysmorphies dans la dimension verticale

La notion d'harmonie ne peut exister au niveau de la face que si les dimensions verticales sont dans les limites de la normalité. Ceci est confirmé par de nombreuses études^{20,52,53} recherchant les critères de beauté faciale. Il est donc primordial

de connaître les différentes composantes qui constituent la dimension verticale de la face, leurs interactions ainsi que les facteurs qui les influencent afin d'agir pour intercepter le problème en profitant du potentiel de croissance existant.

Les proportions de la face ont été étudiées, entre autres, par Farkas, *et al.*^{23,24}. Ce sont les rapports des différentes parties entre elles qui déterminent l'harmonie plus que les valeurs linéaires absolues. Idéalement, la face est divisée en 3 parties égales par des lignes horizontales passant par la base des cheveux, la base du nez, le point sous-nasal et le menton. La partie inférieure est de même divisée en 1/3 supérieur (lèvre supérieure) et 2/3 inférieurs (lèvre inférieure et menton) (FIG. 5). Il est à noter que la ligne des cheveux peut varier suivant la coiffure adoptée, ceci devant être pris en considération durant l'examen clinique⁵⁷. Ces proportions peuvent servir de guide au praticien pour évaluer cliniquement la typologie du patient : normo-, hypo- ou hyperdivergent.

Pour arriver à poser un plan de traitement adéquat et individualisé sur des patients présentant des dysmorphies dans la dimension verticale, il est primordial d'examiner les différentes composantes dont l'interaction a abouti à la mise en place de ces pathologies : la composante cutanée matérialisée par le sourire, la composante dento-alvéolaire qui va influencer l'inclinaison du plan d'occlusion, et la composante squelettique qui déterminera la typologie faciale verticale.

2.1. Composante cutanée : sourire

Une évaluation des tissus mous, des lèvres surtout, au repos et en fonction par rapport aux maxillaires et aux dents, est essentielle pour le diagnostic et devrait s'ajouter à l'examen clinique statique.

2.1.1. Lèvres au repos

Normalement, la lèvre supérieure étant au repos, la hauteur du philtrum est mesurée du point sous-nasal à la partie la plus inférieure de la lèvre supérieure, à la pointe du vermillon. La hauteur des commissures est mesurée à partir de ces dernières, le long d'une perpendiculaire les reliant à une ligne horizontale allant du point sous-nasal à la base des ailes du nez (FIG. 6). Mais ce n'est pas la mesure linéaire absolue du philtrum qui est importante autant que son rapport avec les commissures et l'incisive supérieure. Chez l'enfant, la hauteur du philtrum est inférieure à celle des commissures de plusieurs millimètres, alors qu'à l'âge adulte cette différence n'est plus que de 2 à 3 mm, ceci pouvant être expliqué par la croissance verticale différentielle au niveau de la lèvre supérieure^{27,63}.

Pour le sexe masculin, le taux de croissance le plus important au niveau de la lèvre supérieure se fait entre l'âge de 10 et 16 ans, ce qui permet au traitement orthodontique instauré durant cette période de réduire la béance labiale. Ce taux de croissance est moindre pour le sexe féminin⁵⁷.

Selon Vig et Brundo⁷⁰, la lèvre supérieure au repos découvre normalement 3,37 mm de l'incisive supérieure, cela jusqu'à l'âge de 29 ans, cette distance diminuant ensuite avec l'âge.

Si la lèvre supérieure découvre l'incisive maxillaire dans des proportions plus élevées que la normale, ceci peut être dû à⁵⁷ :

- une lèvre supérieure courte : la longueur des lèvres augmente même après la fin de la croissance verticale squelettique, avec une accélération pendant le pic de croissance pubertaire ;
- un excès de croissance verticale maxillaire ;
- une hauteur coronaire incisive maxillaire excessive ;
- un défaut de torque au niveau de l'incisive supérieure, conduisant à une incisive redressée.

Par contre, si la lèvre supérieure ne découvre pas assez l'incisive maxillaire au repos, plusieurs facteurs au niveau des tissus mous ou du squelette peuvent être mis en cause :

- une longueur excessive de la lèvre supérieure ;
- un défaut de croissance verticale maxillaire ;
- un défaut de croissance verticale dento-alvéolaire à l'arcade supérieure ;
- une hauteur coronaire incisive maxillaire inférieure à la normale : dans ce cas, la lèvre découvre 1 mm au maximum de hauteur coronaire au repos ;
- une proalvéolie incisive supérieure.

2.1.2. Lèvres au sourire

L'évaluation de la ligne du sourire diffère selon l'âge du patient. Chez l'enfant, le sourire gingival est généralement de règle, les dents n'ayant pas complètement fait leur éruption et la lèvre devant augmenter de longueur avec la croissance. Plus tard, chez le jeune adolescent, comme le décrit Kokich³⁵, le parodonte peut contribuer à l'amélioration du sourire gingival puisque la gencive marginale migre apicalement avec l'éruption dentaire et atteint sa position définitive, à 1 mm, occlusalement de la jonction amélo-cémentaire^{26,41}, à la fin de l'adolescence. Il est à noter qu'une gencive épaisse tend à migrer plus lentement qu'une gencive fine.

Normalement, à l'âge adulte, la lèvre supérieure découvre au sourire la totalité de la couronne de l'incisive maxillaire. Pour un meilleur examen du sourire, il est recommandé d'ajouter aux photographies classiques de début de traitement, une prise rapprochée du sourire permettant une analyse plus rigoureuse⁷³ (FIG. 7).

Du point de vue radiologique, il n'est pas très usuel de mesurer les tissus mous, et notamment les lèvres, sur une téléradiographie de profil. Cependant, Burstone et Hickman¹³, dans une étude longitudinale sur des téléradiographies de profil, ont établi une table des moyennes des longueurs labiales, ainsi que de la position du stomion en se basant sur l'âge osseux et non sur l'âge civil des patients sélectionnés dans les échantillons.

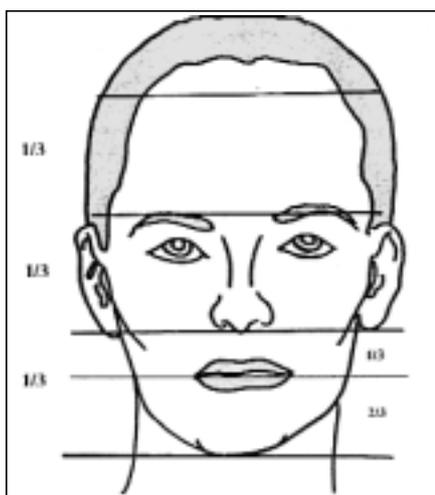


Figure 5
Proportions idéales de la face^{23,24}.

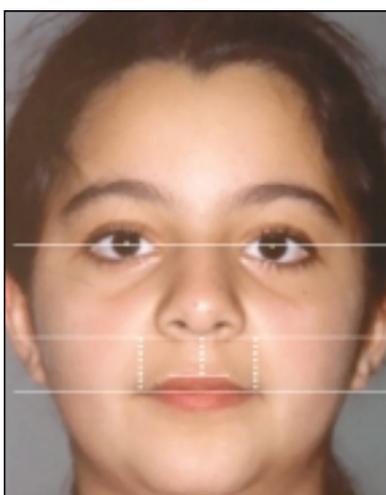


Figure 6
Mesure de la lèvre supérieure au niveau du philtrum et des commissures.



Figure 7
Photographie rapprochée du sourire permettant une évaluation rigoureuse.

- *Sn-Stm : point sous-nasal-stomion, mesuré perpendiculairement à l'horizontale de référence suggérée par Burstone et qui est la ligne faisant un angle de 7° avec la ligne SN.
- *Si-Stm : sillon labio-mentonnier-stomion, mesuré comme précédemment.
- *UL-Is : distance entre le bord inférieur de la lèvre supérieure et le bord incisal de l'incisive supérieure (FIG. 8, TAB. I).

Arnett, *et al.*¹ ont développé une analyse des tissus mous, la *Soft Tissue Cephalometric Analysis*, en prenant, dans leur

étude, les téléradiographies de profil des sujets sélectionnés suivant la position naturelle de la tête. La «vraie verticale» est ensuite tracée perpendiculairement à cette «vraie horizontale» passant par le point sous-nasal. Les positions verticales ou horizontales des tissus mous et des points squelettiques à évaluer sont calculées en fonction de ces 2 lignes repères, sus-mentionnées (FIG. 9, 10 et 11). Les valeurs moyennes des lèvres, en longueur et en épaisseur, ainsi que leurs rapports avec les incisives ont, entre autre, été établis. Ceci sera utilisé dans les cas cliniques de la partie relative à la thérapeutique.

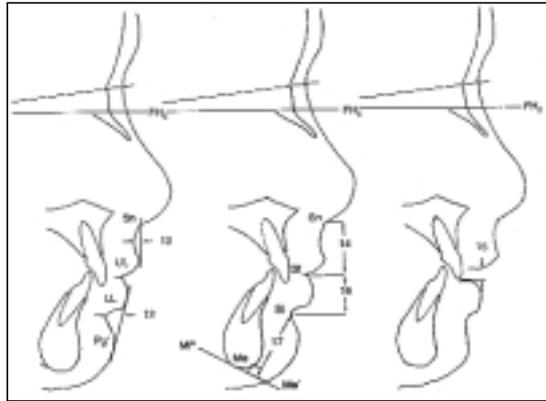


Figure 8
Certains points utilisés dans l'analyse des tissus mous de Burstone¹³.

Âge chronologique							
	5,3	8,3	10,4	12,3	14,6	21,2	27,4
Sn-Stm	18,1 ± 1,73	18,8 ± 1,55	19,8 ± 2,1	19,9 ± 2,35	20 ± 2,53	18,8 ± 2,42	23,5 ± 2,05
UL-Is	1,8 ± 1,52	2,2 ± 0,95	2,5 ± 0,82	2,3 ± 1,06	2,6 ± 0,89	3,1 ± 0,74	2,2 ± 0,82
Si-Stm	13,5 ± 1,32	15,1 ± 0,96	15,7 ± 0,84	16,3 ± 1,58	16,5 ± 1,28	16,9 ± 1,83	18,2 ± 2,04

Tableau I
Valeurs moyennes et déviations standard selon l'analyse des tissus mous de Burstone¹³.

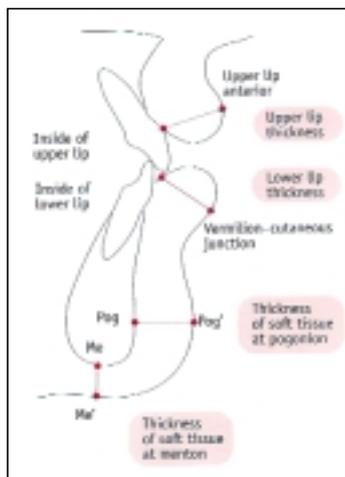


Figure 9
Certains points utilisés pour mesurer l'épaisseur des tissus mous, dans la STCA d'Arnett¹.

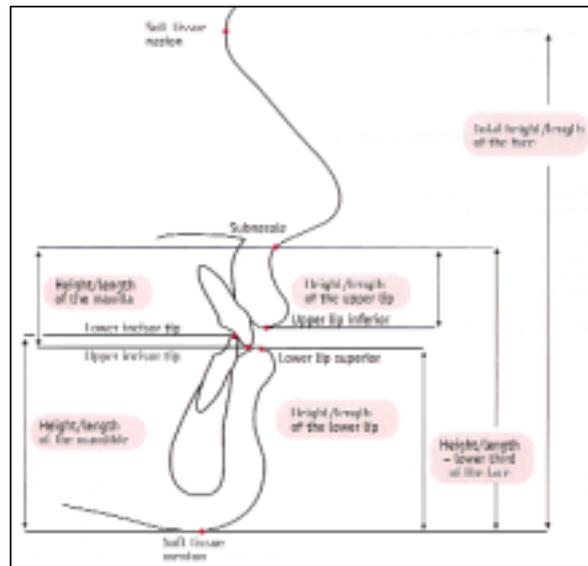


Figure 10
Certains points utilisés pour mesurer la face verticalement, dans la STCA d'Arnett¹.

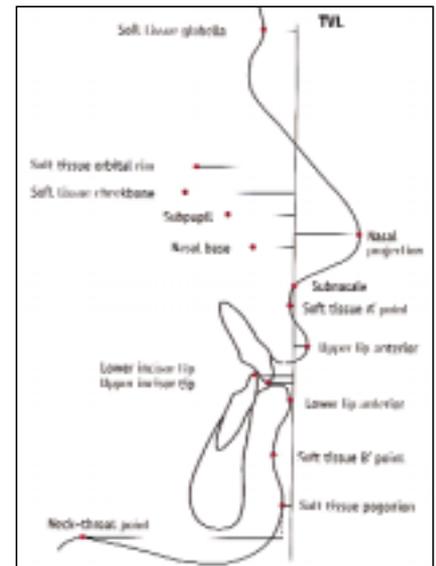


Figure 11
Mesures des différents éléments à analyser, selon la «vraie verticale»¹.

2.2. Composante dento-alvéolaire : plan d'occlusion

L'inclinaison du plan d'occlusion est un facteur important dans le diagnostic des dysmorphies de la dimension verticale ainsi que dans l'évaluation des résultats thérapeutiques. Il sera déterminant dans l'individualisation de notre mécanique durant le traitement orthodontique.

Le plan d'occlusion est en rapport direct avec la composante dento-alvéolaire qui, suivant les cas, tendra à compenser le problème squelettique vertical, donc à le camoufler, ou au contraire, à évoluer dans son sens en lui permettant de s'exprimer.

Certains mouvements verticaux des incisives et premières molaires maxillaires et mandibulaires provoqueraient un changement d'inclinaison du plan d'occlusion. Il serait donc judicieux d'examiner la position verticale de ces quatre entités dentaires, de la relier aux composantes cutanées et squelettiques pour pouvoir poser un plan de traitement individualisé. Il est intéressant pour cela d'avoir à l'esprit les effets des différents mouvements verticaux sur l'inclinaison du plan d'occlusion, inspirés des travaux de Schudy⁵⁹ (FIG. 12, TAB. II).

Généralement, du point de vue dento-alvéolaire, toutes les hauteurs sont significativement plus importantes chez les hyperdivergents comparés à des sujets normaux, le contraire étant vrai chez les hypodivergents^{31,33}. Ceci est en rapport, d'après Moller⁴², Ingervall et Thailander³⁰, avec la force des muscles masticatoires qui est puissante chez les brachyfaciaux et faible chez les dolichofaciaux. À cela viennent s'ajouter tous les facteurs environnementaux et fonctionnels, tels que la respiration buccale, la déglutition, la posture linguale...

Pour Schudy⁵⁹ et Creekmore¹⁷, la croissance alvéolaire des molaires maxillaires influencerait généralement la hauteur verticale plus que celle des molaires mandibulaires. Elle aurait d'ailleurs, entre l'âge de 8 et 14 ans, un taux de croissance supé-

rieur. D'où l'intérêt d'évaluer la possibilité d'interception des dysmorphies durant la période de croissance, en stimulant ou inhibant la croissance verticale des procès alvéolaires.

Cliniquement, les dysmorphies de la dimension verticale peuvent se manifester par une infraclusion antérieure, une supraclusion incisive ou une infraclusion postérieure uni- ou bilatérale. Il est important de diagnostiquer la part de responsabilité qui revient à l'arcade supérieure et celle de l'arcade inférieure dans la mise en place du phénomène, ainsi que le groupe de dents qui est en cause. Pour cela, il serait utile d'évaluer les arcades séparément et d'examiner le plan d'occlusion maxillaire allant de la première molaire au bord libre de l'incisive centrale supérieure, et le plan d'occlusion mandibulaire allant de la première molaire au bord libre de l'incisive centrale inférieure. Le plan d'occlusion n'étant pas une entité anatomique tangible, mais plutôt une limite séparant deux parties bien distinctes, il serait donc plus précis de considérer deux plans d'occlusion, l'un pour les dents maxillaires et l'autre pour les dents mandibulaires. Une infraclusion antérieure pourrait être causée par une égression excessive des dents postéro-maxillaires ou postéro-mandibulaires, ou alors une éruption incomplète des dents antéro-maxillaires ou antéro-mandibulaires. Le même raisonnement sera fait dans les cas de supraclusion incisive ou d'infraclusion postérieure uni- ou bilatérale.

Cet examen clinique devrait aboutir à un «diagnostic différentiel individualisé» dans lequel interfèreront les 3 éléments analysés et qui conduira au plan de traitement adéquat (TAB. III).

Radiologiquement, pour déterminer l'éventuelle compensation dento-alvéolaire, l'utilisation des mesures suivantes est conseillée⁴, parmi d'autres :

- zone maxillaire : angle formé par le plan palatin (ENA-ENP) et le plan occlusal maxillaire. Les valeurs moyennes sont de $10^\circ \pm 3^\circ$;

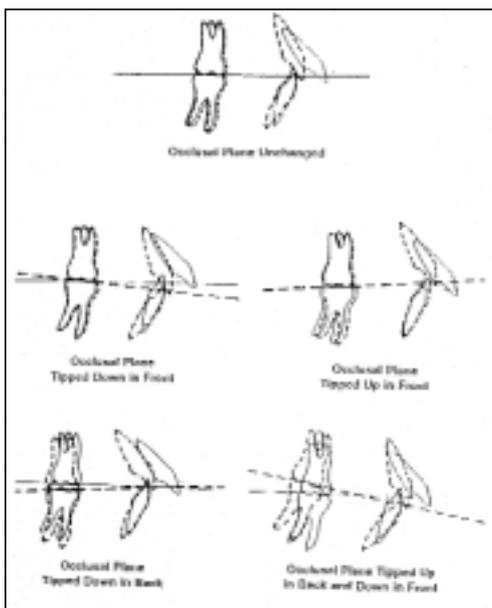


Figure 12

Différentes possibilités d'inclinaison du plan d'occlusion⁵⁹.

1 ^{res} molaires maxillaires	1 ^{res} molaires mandibulaires	Incisives maxillaires	Incisives mandibulaires	Plan d'occlusion
Égression d'une distance «d»	Égression d'une distance «d»	Égression d'une distance «d»	Égression d'une distance «d»	Inchangé
Stabilité	Stabilité	Ingression	Stabilité	Bascule antérieure vers le bas
Stabilité	Stabilité	Ingression	Stabilité	Bascule antérieure vers le haut
Stabilité	Égression	Ingression d'une distance «d»	Ingression d'une distance «d»	Bascule postérieure vers le haut
Égression d'une distance «d»	Égression d'une distance «d'» > «d»	Ingression d'une distance «d»	Ingression d'une distance «d'» > «d»	Bascule antérieure vers le bas et postérieure vers le haut

Tableau II

Effets des mouvements dentaires sur l'inclinaison du plan d'occlusion.

– zone mandibulaire : angle formé par le plan mandibulaire (Gonion-Gnathion) et le plan occlusal mandibulaire. Les valeurs moyennes sont de $20^\circ \pm 4^\circ$.

Si l'une de ces valeurs dento-alvéolaires, ou les deux, sont augmentées sur un patient hyperdivergent, cela démontre une compensation dento-alvéolaire qui camoufle le problème squelettique ; par contre, si dans ce même cas, les valeurs dento-alvéolaires sont normales ou diminuées, il n'y aurait pas de compensations, ou pire, les structures dento-alvéolaires tendraient à aggraver le problème occlusal. Ces évaluations sont intéressantes pour le diagnostic, mais surtout pour l'établissement d'un plan de traitement adéquat⁴⁵.

Pour Schudy⁵⁹, l'angle OP formé par les plans occlusal et palatin n'aurait pas une grande valeur diagnostique, sauf dans les cas hyperdivergents extrêmes. Sa valeur est en moyenne de 6° . Cependant, l'angle OM formé par les plans occlusal et mandibulaire noterait la différence de hauteur entre les dents postérieures et antérieures. Cet angle serait, en moyenne, de $16^\circ \pm 6^\circ$ (FIG. 13). Mais, plus que cette valeur moyenne, ce sont les angles extrêmes qui ont une valeur diagnostique. La compensation dento-alvéolaire d'une hyperdivergence squelettique se traduira par un angle OM augmenté, alors qu'il sera diminué dans le cas d'une hypodivergence squelettique compensée.

2.3. Composante squelettique : typologie faciale

Plusieurs auteurs se sont attachés à évaluer la croissance normale des différents éléments intervenant dans la dimension

verticale. D'après Björk et Skieller^{5,6}, les déplacements vers le bas, du maxillaire et des procès alvéolaires supérieurs sont respectivement de 0,7 mm et 0,9 mm/an (FIG. 14 et 15), alors que celui vers le haut, des procès alvéolaires mandibulaires est de 0,7 mm/an^{56,62} (FIG. 16). Le développement, vers le bas, de la fosse glénoïde est d'environ 0,3 mm/an^{2,7,55,56,62} (FIG. 17), et la croissance condylienne s'élève à 2,6 mm/an^{38,55,62} (FIG. 18).

La croissance verticale d'un sujet est donc le résultat de l'équilibre entre la croissance condylienne et la croissance verticale au niveau du nasion, du maxillaire et des procès alvéolaires postérieurs maxillo-mandibulaire (FIG. 19). Lorsque la croissance condylienne est plus importante, il en résulte une rotation antérieure de la mandibule, le contraire étant vrai pour la rotation mandibulaire postérieure⁵⁹.

Il est à noter que dans le cas de rotation mandibulaire antérieure, le «point levier» se situe, si l'occlusion antérieure est équilibrée, au niveau des incisives et empêche ainsi l'apparition de la supraclusion. Mais, lorsque la relation inter-incisive est défailante, quelle qu'en soit la cause (proalvéolie, classe II squelettique...), le «point levier» se déplacera postérieurement et favorisera la mise en place d'une supraclusion^{8,45} (FIG. 20). Ceci nous indique le rapport très étroit entre les composantes dento-alvéolaires et squelettiques que nous étudions. Par contre, dans le cas de rotation postérieure, le «point de rotation» se situe au niveau des condyles⁵⁹.

D'autre part, d'après une étude longitudinale menée par Nanda⁴⁴ sur un groupe de 32 sujets divisé à égalité en hypodi-

Ligne du sourire	Plan d'occlusion	Typologie faciale
Haute	Supraclusion	Hyperdivergence
Basse	Infraclusion	Hypodivergence

Tableau III
Éléments à analyser
pour aboutir à un diagnostic différentiel individualisé.

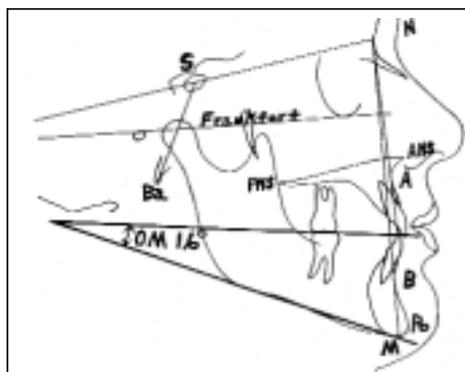


Figure 13
L'angle OM
utilisé par Schudy⁵⁹.

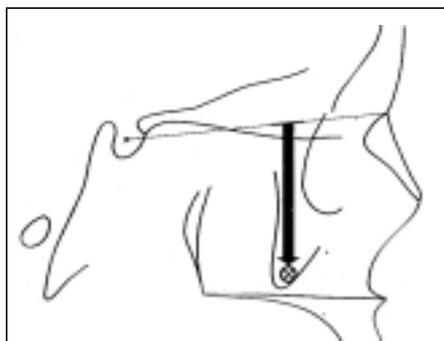


Figure 14
Accroissement annuel approximatif de 0,7 mm/an entre la partie antérieure de la base du crâne et l'implant zygomatique^{5,6}.

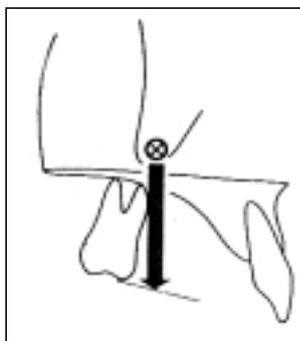


Figure 15
Accroissement annuel approximatif de 0,9 mm/an entre l'implant zygomatique et le plan d'occlusion mésialement à la première molaire^{5,6}.

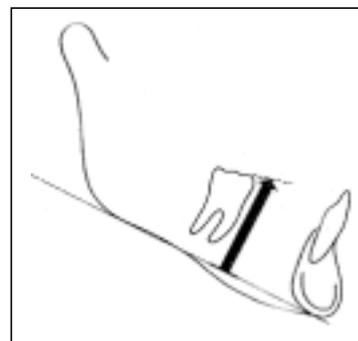


Figure 16
Accroissement annuel approximatif de 0,7 mm/an entre le plan mandibulaire et la cuspide mésiale de la première molaire^{56,62}.

Figure 17

Accroissement annuel approximatif de 0,3 mm/an entre la partie antérieure de la base du crâne et la fosse glénoïde^{2,7,55,56,62}.

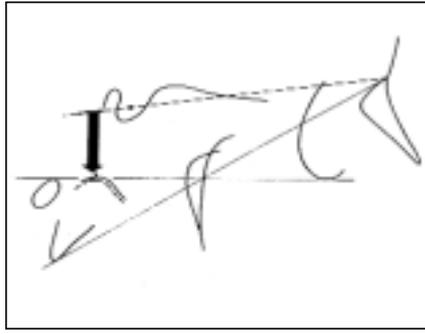


Figure 18

Croissance annuelle moyenne de 2,6 mm/an des condyles mandibulaires^{38,55,62}.

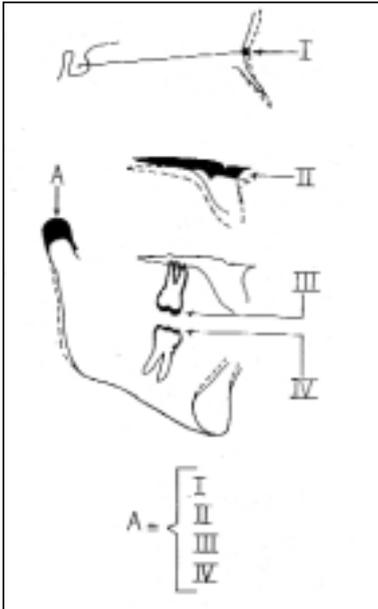
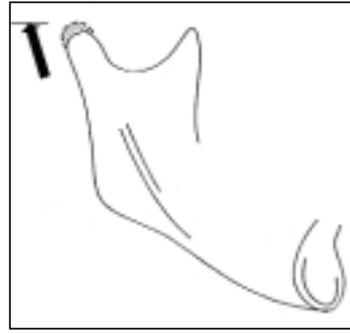


Figure 19
Les éléments intervenant dans la croissance verticale⁵⁹.

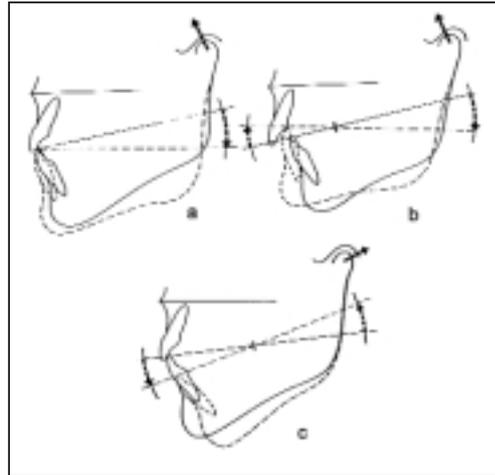


Figure 20

Illustrations schématiques des rotations mandibulaires⁸ :

- a : rotation antérieure avec le «point levier» situé au niveau des incisives ;
- b : rotation antérieure avec le «point levier» situé au niveau du plan d'occlusion ;
- c : rotation postérieure avec le «point levier» situé au niveau des condyles.

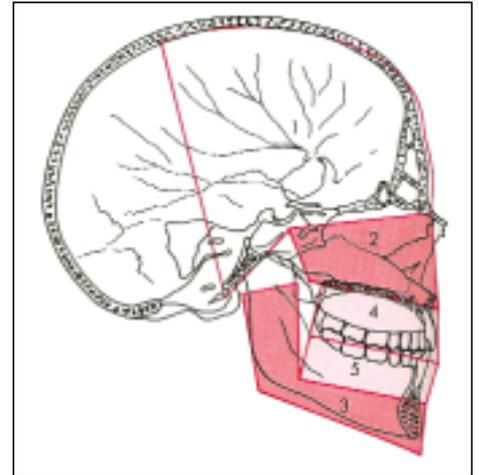


Figure 21

Composantes fonctionnelles de la face⁵⁴ :

- 1 : voûte et base du crâne ;
- 2 : maxillaire et complexe naso-maxillaire ;
- 3 : mandibule ;
- 4 : dents et procès alvéolaires maxillaires ;
- 5 : dents et procès alvéolaires mandibulaires.

vergents et hyperdivergents, il n'y aurait pas de différence significative au niveau de la hauteur faciale postérieure et de la hauteur du ramus entre les deux sous-groupes. La différence serait toutefois notable au niveau antérieur, les hypodivergents étant caractérisés par une hauteur faciale antéro-supérieure augmentée matérialisée par le segment Na-ENA, et les hyperdivergents par une hauteur faciale antéro-inférieure augmentée matérialisée par le segment ENA-Me.

Radiologiquement, les différentes analyses céphalométriques évaluent les dysmorphies de la dimension verticale par des mesures angulaires ou linéaires en les comparant à des valeurs statistiques de normalité. Le but de ces études est d'établir les rapports verticaux entre les différents éléments squelettiques et dento-alvéolaires constituant la face (FIG. 21). Le but de cette partie du rapport n'étant pas d'établir une revue de la littérature, bien abordée dans le rapport de la S.F.O.D.F. de Bordeaux en mai 1989, il convient uniquement de citer quelques mesures qui permettent d'évaluer la composante squelettique dans la dimension verticale.

Le plus intéressant à évaluer ne serait pas uniquement la divergence faciale, mais la part squelettique de cette dysmorphie verticale et la compensation dento-alvéolaire subséquente décrite par Björk⁹ et Solow⁶⁰. Comme nous l'avons écrit précédemment, cette compensation pourrait, dans des circonstances favorables, masquer la divergence squelettique ou, au pire, aggraver le problème occlusal.

Le rapport inter-maxillaire squelettique est évalué le plus fréquemment par des angles reliant des plans squelettiques, tel que l'angle FMA (angle formé par le plan de Francfort et le plan mandibulaire) dont les valeurs moyennes sont comprises entre 22° et 28° et tel l'angle GoGn-SN (angle formé par le plan Gonion-Gnathion et le plan Selle turcique-Nasion) dont la valeur moyenne est de 32°, ou bien même par l'Index de Hauteur Faciale décrit par Horn²⁹ : Hauteur Faciale Postérieure / Hauteur Faciale Antérieure qui s'établit normalement à 0.7.

Pour Darqué, Parguel et Reboul¹⁸, l'angle plan mandibulaire/base du crâne (SN-MP) est l'angle de choix à utiliser

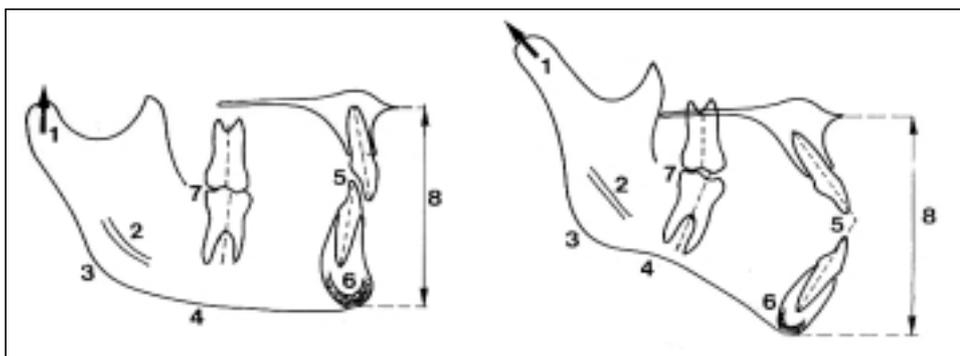


Figure 22
Schémas indiquant les signes des rotations de croissance antérieure et postérieure de la mandibule.

Caractères	Rotation antérieure	Rotation postérieure
Direction du col du condyle	Trapu et dirigé en avant	Allongé, grêle et dirigé en arrière
Image du canal dentaire inférieur	Courbe	Rectiligne
Angle mandibulaire	Fermé	Ouvert
Échancrure préangulaire	Bord inférieur de la mandibule en rocking-chair	Existence d'une échancrure préangulaire
Angle inter-incisif	Ouvert	Fermé
Symphyse mentonnière Corticale osseuse	Épaisse Épaisse	Peu épaisse Mince
Angle postérieur entre les axes des dents de 6 ans	> 180°	< 180°
Hauteur de l'étage inférieur	Diminuée	Augmentée

Tableau IV
Signes structuraux de Björk d'après Muller⁴³.

Figure 23
Croissance mandibulaire et développement dento-alvéolaire chez un patient hyperdivergent⁴⁵.

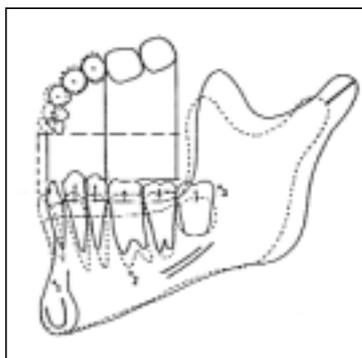
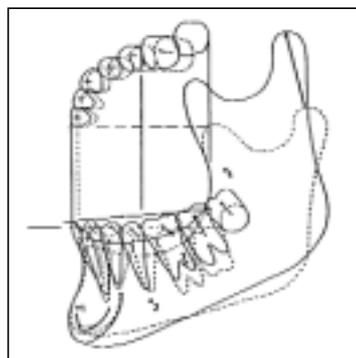


Figure 24
Croissance mandibulaire et développement dento-alvéolaire chez un patient hypodivergent⁴⁵.



comme base de détermination des types faciaux, sa valeur moyenne étant de $32^\circ \pm 5$. Il pourrait être associé aux valeurs :

- angle ANS-PNS / MP = $20^\circ \pm 5$ permettant d'évaluer la divergence maxillo-mandibulaire dans la zone alvéolo-dentaire ;
- angle SN / OP = $14^\circ \pm 3$ ou OP / MP = 12° pour Schwartz ;
- pourcentage face inférieure / face totale (ANS-Me / N-Me) = 56,45 %.

D'autre part, les signes structuraux de Björk peuvent être des guides pour essayer de prédire la direction de croissance mandibulaire des patients puisqu'il existe une morphologie mandibulaire caractéristique des types hypodivergents et hyperdivergents (FIG. 22). Ce sont des indices utiles cliniquement surtout dans les cas extrêmes (TAB. IV).

Il est important, à ce sujet, de s'intéresser à la direction de croissance condylienne qui affecte directement la dimension verticale. Ce sont les études de Björk^{10,11} et Björk et Skieller^{6,12} qui

ont montré une direction de croissance condylienne verticale à composante antérieure chez les sujets normaux. Les hyperdivergents présentent une direction de croissance condylienne postérieure, alors que pour les hypodivergents, la croissance condylienne se fait vers l'avant et vers le haut (FIG. 23 et 24).

Pour conclure, nous pouvons dire, en schématisant, que le résultat de l'équilibre entre la croissance condylienne et celle, compensatoire, des procès alvéolaires, tend à aboutir à un rapport normal entre les arcades. Le déséquilibre va mener aux différentes dysmorphies existantes. Pour cela, le praticien devrait toujours avoir présent à l'esprit, face à une dysmorphie de la dimension verticale, les éléments multiples intervenant dans la mise en place du problème ainsi que leurs interactions, pour pouvoir poser un diagnostic différentiel individualisé et aboutir surtout à une thérapeutique orthodontique individualisée.

3. Traitement des dysmorphies dans la dimension verticale

Le développement d'un plan de traitement et la proposition au patient des différentes options thérapeutiques nécessite une approche systématique au diagnostic, et dépendra de l'âge du patient ainsi que de la sévérité de la malocclusion³⁹. D'un autre côté, la diversité des patients traités demande une certaine flexibilité de notre part, en modifiant les plans de traitement systématisés en des plans beaucoup plus individualisés, de façon à mieux répondre aux motifs initiaux de consultation. L'approche individualisée ne permet pas uniquement l'atteinte des objectifs spécifiques à chaque patient, mais elle assure aussi une diminution de la durée du traitement tout en optimisant au mieux les résultats thérapeutiques³⁷.

Les dysmorphies dans la dimension verticale ne sont pas totalement isolées, mais généralement combinées à des dysmorphies du sens sagittal et de la dimension transversale. Notre intervention doit être tridimensionnelle et prendre en considération une interaction spatiale^{25,69}. Elle doit s'adresser aux composantes cutanée, dento-alvéolaire et squelettique, maxillaire et mandibulaire¹⁶.

Notre approche thérapeutique pour traiter les problèmes verticaux vise à développer un raisonnement logique, et surtout individuel, indépendamment de la technique orthodontique utilisée ; il faudrait donc différencier entre technique et thérapeutique. En fait, la technique utilise le dispositif orthodontique pour instaurer une thérapeutique, sensée être individuelle, dans le but d'atteindre des objectifs tracés au départ ; elle cherche à trouver des solutions à la liste des problèmes établie lors du diagnostic, d'où l'intérêt d'une Thérapeutique Orthodontique Individualisée.

3.1. Thérapeutique orthodontique individualisée

Cette Thérapeutique Orthodontique Individualisée repose sur des concepts qui pourront être appliqués en fonction des situations cliniques individuelles que nous devons pouvoir classer en des catégories de patients. Ce classement, qui facilitera notre approche thérapeutique, se fonde sur l'analyse du sourire pour la composante cutanée, sur l'évaluation de la compensation verticale pour la composante dento-alvéolaire et sur

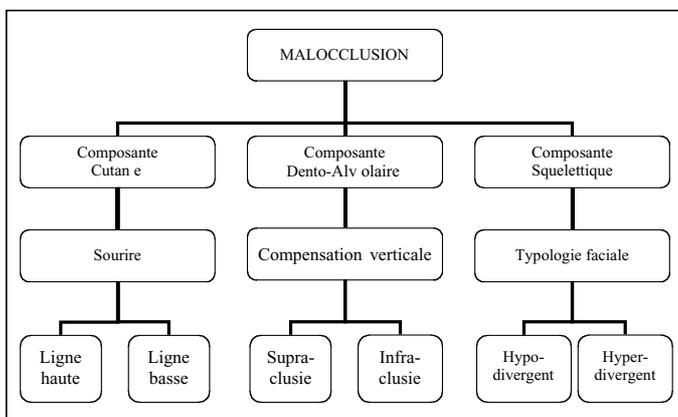


Figure 25

Les composantes d'une malocclusion et ses différentes catégories.

la typologie faciale verticale pour la composante squelettique (FIG. 25) :

- la situation de la ligne du sourire, qui résulte du rapport vertical des lèvres avec les incisives, pourra être en position haute ou basse selon le degré d'éruption des incisives et des molaires ;
- le recouvrement incisif, qui dépendra du degré de compensation alvéolaire verticale antérieure, pourra conduire à une infra- ou une supraclusion incisive et influencera l'inclinaison du plan d'occlusion ;
- la typologie faciale verticale, qui dénote l'importance de la divergence squelettique, pourra être hyper- ou hypodivergente. Elle sera camouflée, ou non liée à l'importance de l'éruption des incisives.

Partant de ces différentes possibilités diagnostiques cutanée, dento-alvéolaire et squelettique, nous pourrions classer nos patients en 8 catégories-types, ligne de sourire en position haute ou en position basse / infraclusion ou supraclusion / hypodivergent ou hyperdivergent ($2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$), qui couvrent toutes les combinaisons possibles, et dont la fréquence clinique varie considérablement d'une catégorie à l'autre.

La séquence logique à suivre dans l'établissement du plan de traitement au cours d'une Thérapeutique Orthodontique Individualisée, et qui doit s'éloigner complètement de celle qui traite les malocclusions de nos patients comme des déformations du typondont, comporte la démarche logique suivante (FIG. 26 et TAB. V) :

- **L'analyse des rapports** entre les différentes composantes cutané, dento-alvéolaire et squelettique à travers un diagnostic différentiel adéquat, et surtout individualisé en partant des données cliniques et radiologiques et tout en se basant sur les évidences scientifiques mises à notre disposition. Cette analyse, qui a été développée dans la première partie de ce chapitre, est tout à fait individuelle et applicable à toutes les techniques orthodontiques.

- **La mise en place d'une liste de problèmes** suite à l'interrogatoire et les examens clinique et radiologique. Les points figurant sur cette liste seront classés par ordre de priorité, par maxillaire et par secteur en fonction du motif principal de la visite, de l'âge du patient et de la sévérité de la malocclusion.

- **L'exploration des différentes options thérapeutiques** vise à mieux cerner le choix et canaliser notre intervention. Elle nous aide à discerner :

- les traitements avec extraction de dents des traitements sans extraction en fonction de la philosophie de chaque praticien et des limitations thérapeutiques ;
- l'approche orthodontique de l'approche orthopédique en fonction de l'âge du patient, de sa coopération et de l'évaluation de l'esthétique et la typologie faciale ;
- l'intervention orthodontique seule ou combinée à la chirurgie orthognathique en fonction de la liste des problèmes évoqués et les possibilités orthodontiques d'atteindre les objectifs fixés esthétiques, dentaires et occlusaux.

- **L'établissement des objectifs thérapeutiques individuels** se fait d'après une synthèse des trois premiers éléments. Les objectifs, divisés en dentaires et esthétiques, devront normalement être atteints à travers des mouvements dentaires et squelettiques définis.

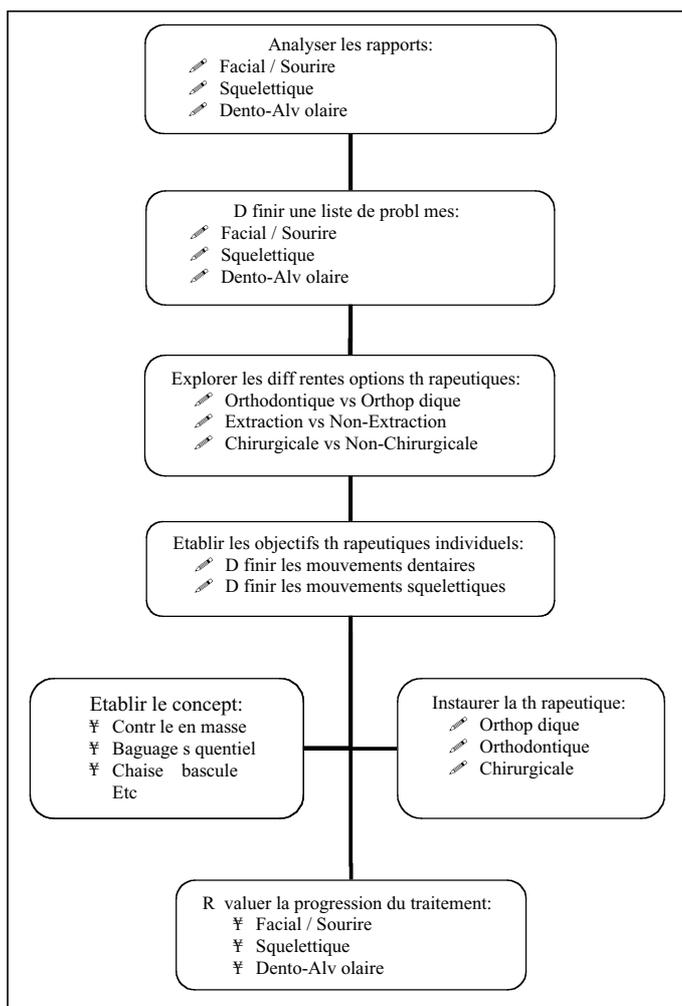


Figure 26

Séquence logique dans une Thérapeutique Orthodontique Individualisée.

● **Le choix des concepts thérapeutiques** en fonction des objectifs individuels tracés doit viser la correction point par point de la liste de problèmes de façon à répondre autant que possible à la demande du patient. Malgré le fait que cette demande soit en général esthétique, l'intervention du praticien doit respecter les fondements scientifiques et les objectifs orthodontiques classiques de base.

Le choix du concept thérapeutique repose sur des principes mécaniques de traitement qui pourront être utilisés dans les différentes situations cliniques en fonction des objectifs orthodontiques visés. La classification de ces concepts nous facilitera le choix et leur permettra une meilleure intégration dans le plan de traitement.

Plusieurs concepts ont été développés à travers les différentes philosophies orthodontiques dans le but de mieux contrôler la dimension verticale, surtout dans les cas de typologie verticale hyperdivergente. On peut citer les concepts suivants:

1. **Contrôle en masse**^{66,67}: l'application de ce concept nécessite une prise en charge globale de toute la denture maxillaire ou mandibulaire de façon à la transformer en une seule unité qui possède un centre de résistance au niveau de la région pré-

Problème	Objectif	Moyen
Maxillaire : – Dentaire : – Squelettique / Facial :		
Mandibule : – Dentaire : – Squelettique / Facial :		
Sourire : – Sens vertical : – Sens sagittal : – Sens transversal :		

Tableau V

Thérapeutique Orthodontique Individualisée en partant du problème, pour atteindre l'objectif en se servant du moyen.

molaires établis en fonction de la masse radiculaire d'ancrage dentaire. Cette prise en charge pourra être réalisée à travers un appareil amovible type plaque acrylique avec recouvrement occlusal ou un activateur, ou bien encore un appareil fixe qui s'étend à toutes les dents présentes sur l'arcade et ayant un arc lourd ligaturé distalement. Le contrôle vertical est assuré par l'application d'une force sur l'appareil orthodontique amovible ou fixe et, par la suite, sur la totalité de la denture qu'elle soit maxillaire ou mandibulaire. Le point d'application de la force peut être antérieur, moyen ou postérieur ; la direction pourra être vers le haut ou vers le bas, en avant ou en arrière et en général combinée. En fonction du passage de la force par rapport au centre de résistance de la denture concernée chez un adolescent où l'action sélective sur la croissance alvéolaire est toujours possible, on peut assister à :

- un mouvement de translation de la denture parallèle à elle-même si la force passe par le centre de résistance (FIG. 27) ;
- un mouvement de rotation anti-horaire de la denture si la force passe en avant du centre de résistance (FIG. 28) ;
- un mouvement de rotation horaire de la denture si la force passe en arrière du centre de résistance (FIG. 29).

2. **Mise en place séquentielle des bagues ou des brackets**⁶⁸ : ce concept a été développé dans la philosophie de Tweed-Merrifield. Il vise à assurer un contrôle de la denture dès la première phase d'alignement à travers l'insertion d'un arc rectangulaire en acier qui permet l'application de forces directionnelles. L'augmentation de la distance inter-attache, suite à la prise en charge d'une dent sur deux, permet l'insertion d'un tel arc. Les forces directionnelles peuvent être appliquées sur l'arc ou sur des crochets soudés.

3. **Chaise à bascule**^{22,34} : ce concept, utilisé surtout dans la technique MEAW (Multiloop Edgewise Arch Wire) dans les cas d'infraclusion, permet le contrôle des dentures maxillaire et mandibulaire dans les zones antérieure et postérieure, par l'application sélective d'élastiques inter-maxillaires sur des arcs rectangulaires en acier. Ces arcs présentent une courbure accentuée au maxillaire et inversée à la mandibule avec plusieurs boucles en forme de chaussette de façon à augmenter l'élasti-

Figure 27

Mouvement de translation de la denture parallèle à elle-même si la force passe par le centre de résistance.

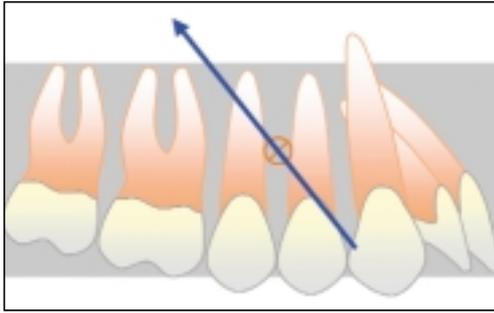


Figure 28

Mouvement de rotation anti-horaire de la denture si la force passe en avant du centre de résistance.

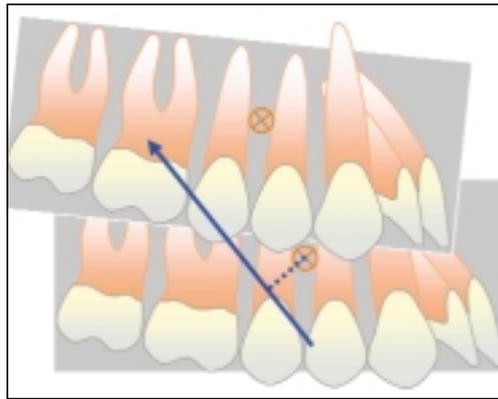
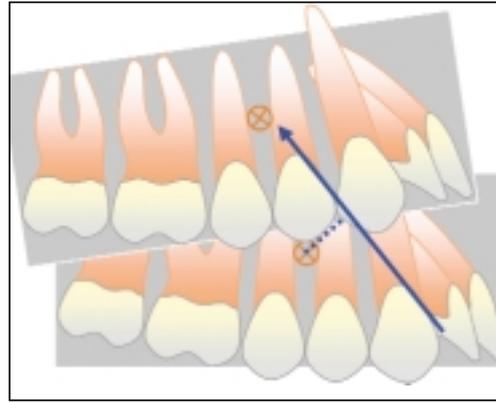


Figure 29

Mouvement de rotation horaire de la denture si la force passe en arrière du centre de résistance.

cité. Une traction élastique antérieure permet de contrôler l'éruption postérieure et fermer une infraclusion antérieure. La prise en charge de toutes les dents est indispensable, ainsi que la coopération du patient qui pourra être testée avec des arcs plats, au départ. Certains cliniciens ont remplacé les arcs en acier avec des arcs rectangulaires en Nitinol à courbure accentuée, mais la limitation de contrôle du torque postérieur reste un handicap majeur.

- **L'instauration de la thérapeutique des moyens de traitement** va mettre en application cette planification et établir les limites de notre intervention orthodontique, qui pourra être orthodontique, orthopédique ou orthognathique et multiphasique. Une programmation des différentes étapes doit être planifiée avec une programmation pour chacune, ce qui permet de réaliser des réévaluations en cours de traitement.

- **La réévaluation de la progression du traitement** se fait grâce à la réalisation d'une nouvelle documentation comportant l'examen clinique, les moulages, les photographies et les radiographies. Elle vise à resituer l'état actuel de notre patient par rapport au plan de traitement établi au départ en s'adressant aux composantes esthétique, squelettique et dento-alvéolaire, permettant de faire des corrections de trajectoires en modifiant la mécanothérapie.

3.2. Approche thérapeutique des cas à typologie verticale hypodivergente

La supraclusion dentaire n'est pas corrélée avec une éruption excessive des incisives, mais beaucoup plus avec l'inclinaison

son axiale de ces dents et notamment les incisives supérieures qui sont plus linguoversées. Nous devons différencier l'étiologie de la supraclusion si elle est due à un manque de développement vertical des procès alvéolaires postérieurs, ou plutôt à un excès d'éruption des incisives, par une évaluation radiologique de la typologie faciale de notre patient⁶⁴.

L'approche thérapeutique différentielle de la supraclusion nécessite la détermination, au début du traitement, des mouvements incisif d'ingression et molaire d'égression nécessaires à la correction verticale, ainsi que la mécanothérapie associée. Le choix thérapeutique dépendra de l'inclinaison du plan d'occlusion, de la relation des incisives avec la lèvre supérieure et de l'importance de la gencive attachée présente en regard des incisives inférieures¹⁴.

Pour Burstone¹⁵, la décision d'égression molaire ou d'ingression incisive dépend de trois facteurs : la convexité squelettique, la dimension verticale et l'espace inter-occlusal. L'estimation de la quantité de croissance condylienne verticale détermine la quantité de l'égression molaire possible durant le traitement.

L'amélioration de la déficience de la dimension verticale⁵⁸ pourra se faire par (TAB. VI et VII) :

- un plan de surélévation antérieur amovible ou incorporé dans un appareil fixe, type arc de Nance ;
- une force extra-orale à traction cervicale pour solliciter l'éruption des molaires maxillaires en période de croissance en provoquant un mouvement vers l'arrière et vers le bas de la denture maxillaire, s'il s'agit d'un contrôle en masse ;

Squelettique	Dento-alvéolaire
<ul style="list-style-type: none"> - Augmenter la divergence squelettique 	<ul style="list-style-type: none"> - Limiter l'éruption incisive - Labioverser les incisives - Favoriser l'égression molaire - Reculer les molaires

Tableau VI
Concepts thérapeutiques chez l'hypodivergent.

Antérieur	Postérieur
<ul style="list-style-type: none"> - Forces directionnelles à traction haute - Arc d'ingression - Activateur 	<ul style="list-style-type: none"> - Force extra-orale horizontale ou basse - Arc d'ingression - Activateur

Tableau VII
Implications cliniques chez l'hypodivergent.

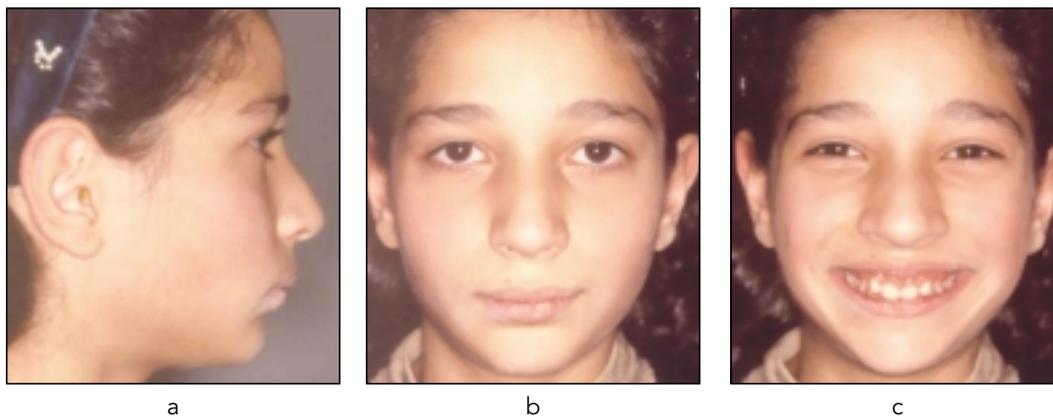
- un appareil fonctionnel bimaxillaire en évitant la résine au niveau des patins occlusaux postérieurs de façon à favoriser l'éruption sélective verticale des molaires maxillaires et/ou mandibulaires. L'éruption verticale des molaires mandibulaires contribuera en partie à la correction de la classe II selon l'orientation axiale de ces dents en haut et en avant^{46,71} ;

- un arc orthodontique avec courbe de Spee inversée à la mandibule qui va provoquer une égression des dents du secteur postérieur avec diminution de la supraclusion, ainsi

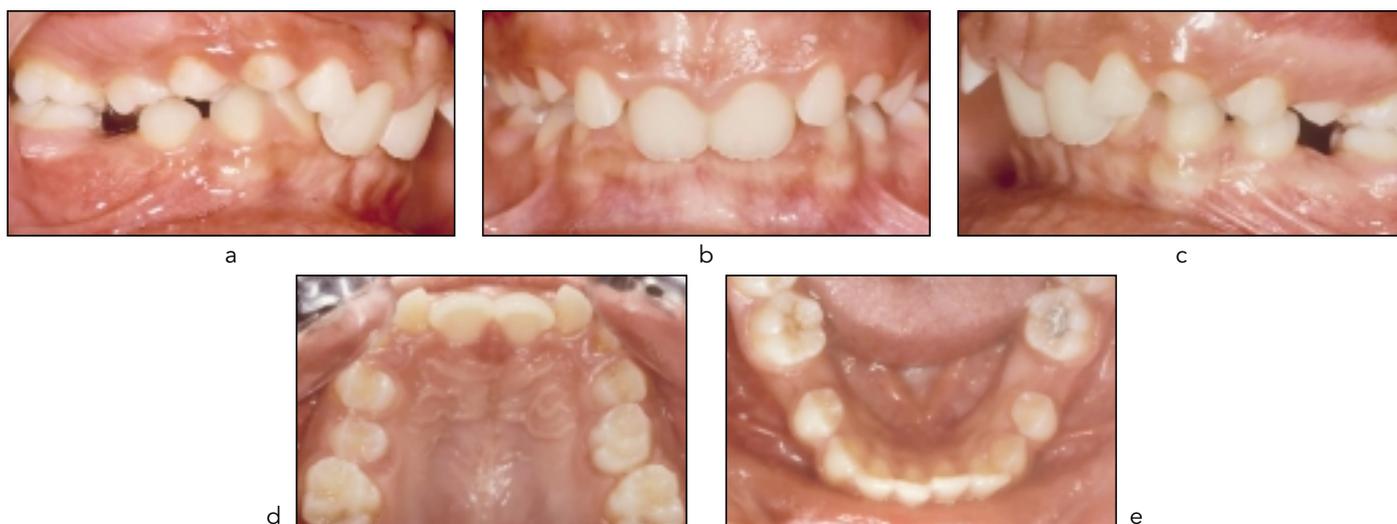
qu'une augmentation de l'angle du plan mandibulaire, de la hauteur faciale antérieure et de la convexité faciale. Cette courbure a des effets secondaires au niveau des incisives et des molaires parce que la force est vestibulaire par rapport au centre de résistance ; le contrôle devra se faire par l'ajustement de la largeur de l'arc et du torque postérieur au niveau molaire et par l'utilisation d'élastiques de classe III au niveau des incisives.

3.2.1. Cas cliniques : 1 et 2

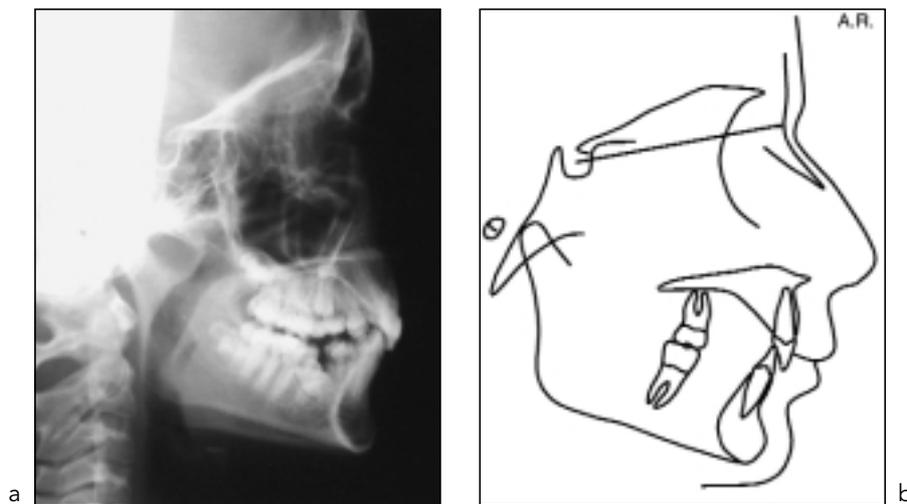
Cas n° 1 - A.R. - fille âgée de 10 ans 4 mois. Typologie faciale hypodivergente



Figures 30 a à c
Vues extra-orales avant traitement.



Figures 31 a à e
Vues intra-orales avant traitement



Cas n° 1

Figures 32 a et b
Téléradiographie et tracé céphalométrique avant traitement.

	PROBLEMES	OBJECTIFS	MOYENS	A.R.
M A X I L L A I R E	- Dentaire: ¥ Palatoversion et gression des incisives supérieures	¥ Ingrosser et labioverser les incisives supérieures	¥ Arc maxillaire avec courbe de Spee accentuée + forces directionnelles sur crochets soudés entre incisives centrales et latérales	
	- Squelettique / Facial: ¥ RAS			
M A N D I B U L A I R E	- Dentaire: ¥ Courbe de Spee accentuée avec manque de place pour 35 et 45	¥ Nivelier et aligner 35 et 45	¥ Ressorts ouverts au niveau des 35 et 45 avec lastiques de classe III pour contrôler les incisives inférieures	
	- Squelettique / Facial: ¥ Menton rtrusif	¥ Favoriser la réponse mandibulaire	¥ Système de forces directionnelles avec lastiques de classe II sur arcs lourds	
S O U R I R E	- Sens Vertical : ¥ Sourire gingival	¥ Contrôler verticalement les incisives et les molaires maxillaires	¥ Arc maxillaire avec courbe de Spee accentuée + forces directionnelles sur crochets soudés entre incisives centrales et latérales	
	- Sens Sagittal : ¥ RAS			
	- Sens Transversal : ¥ RAS			

Figure 33
Thérapeutique Orthodontique Individualisée.

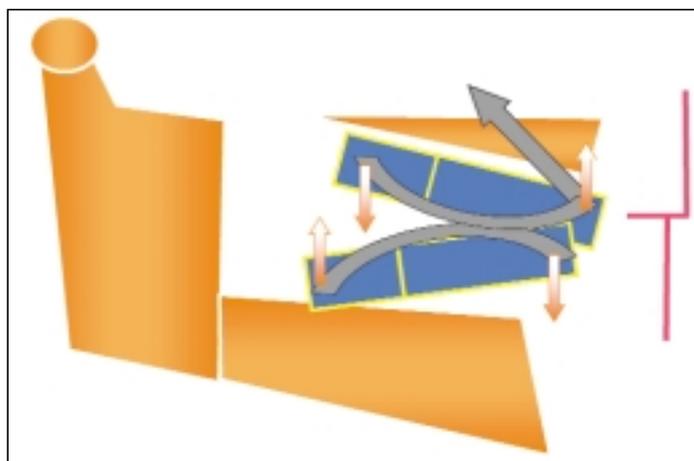
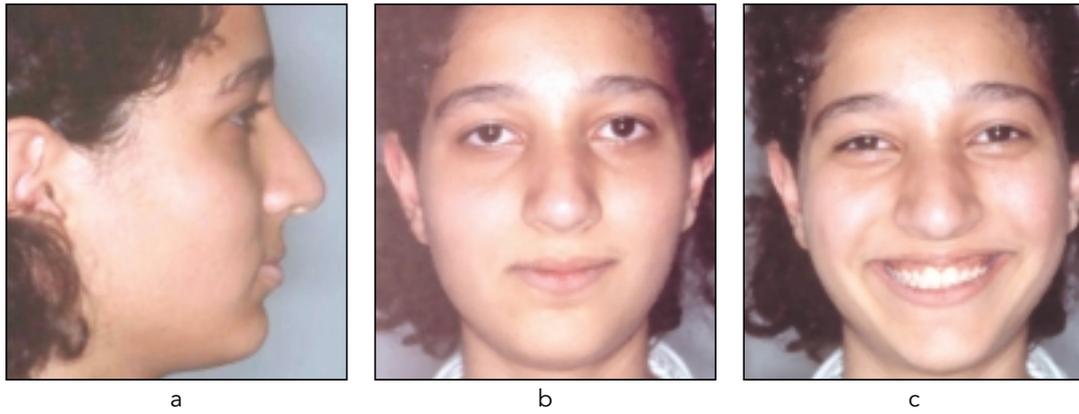
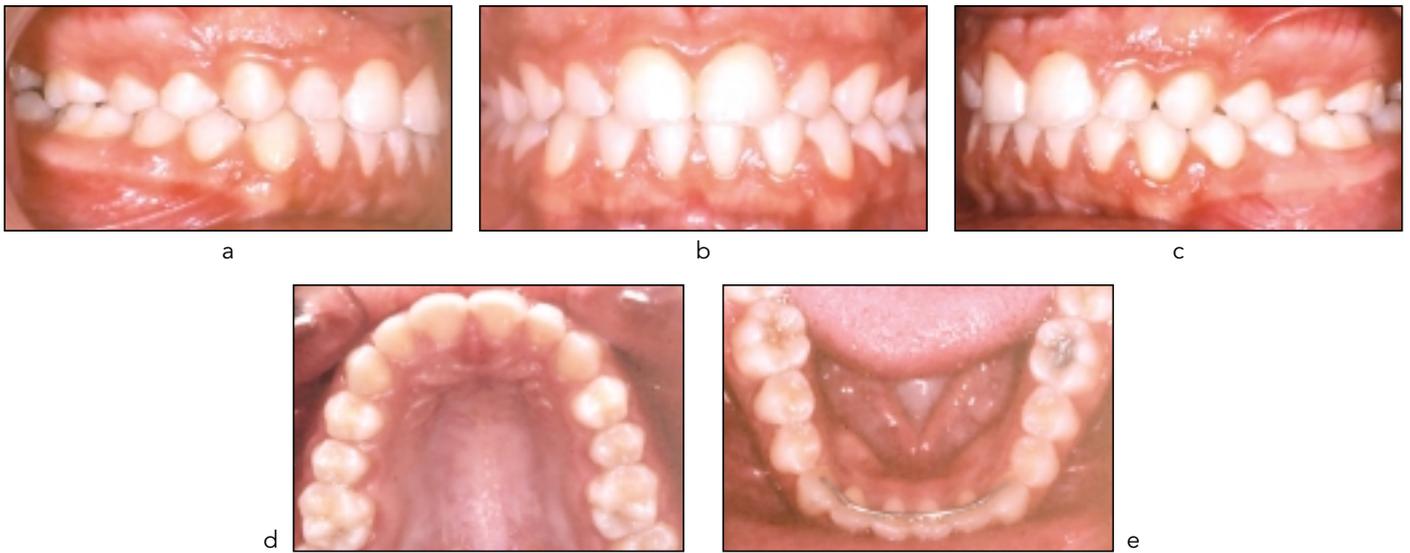


Figure 34
Moyens mécaniques utilisés pour atteindre les objectifs individuels

Cas n° 1



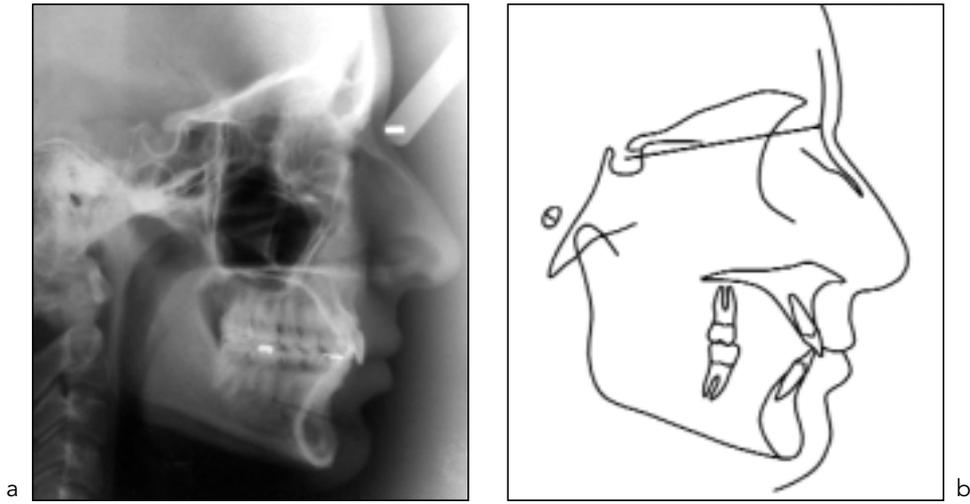
Figures 35 a à c
Vues extra-orales après traitement.



Figures 36 a à e
Vues intra-orales après traitement.



Figures 37 a à d
Les modifications au niveau des plans d'occlusion maxillaire et mandibulaire
et les répercussions sur le sourire.



Cas n° 1

Figures 38 a et b
Téléradiographie et tracé céphalométrique après traitement.

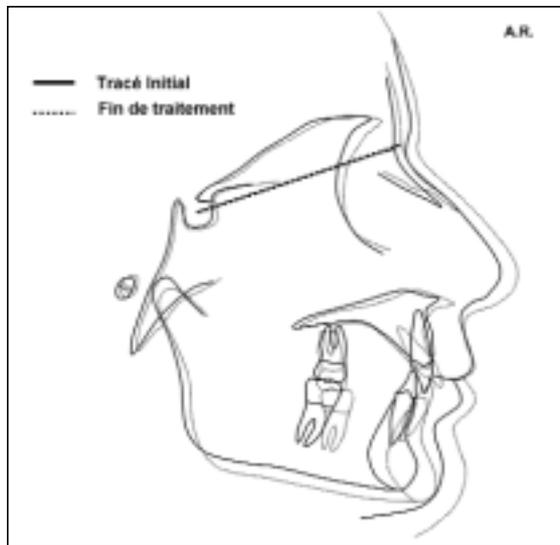


Figure 39
Superpositions générales sur SN
avec S enregistré.

			Normes	D but	Fin
COMPOSANTE CUTAN E	VERTICAL	Sn-ULI	21 mm	23	23
		ULI-LLS	3,5 mm	0	0
		LLS-Me	47 mm	41	47
		I-UL	4,5 mm	3	2
		Sn-Me	71 mm	64	70
	SAGITTAL	A -TVL	0 mm	0	-4
		ULA-TVL	3 mm	1	1
		LLA-TVL	1 mm	-5	0
		B -TVL	-6 mm	-14	-12
		Pog -TVL	-5 mm	-12	-9
COMPOSANTE SQUELETTIQUE	VERTICAL	Angle Z	75 ...	68	76
		GoGn/SN	32 ...	30	30
		SpP/MP	25 ...	21	20
		FMA	25 ...	19	19
	SAGITTAL	INDEX P-A	0.70	0.75	0.75
		SNA	82 ...	83	78
		SNB	80 ...	75	76
		ANB	2 ...	8	2
		AO-BO	2 mm	6	3
		FP/OP	10 ...	8.5	5
COMPOSANTE DENTO-ALVOLAIRE	VERTICAL	SpP/UOP	10 ...	18	8
		LOP/MP	20 ...	17	17.5
		IFPA	107 ...	97	118
	SAGITTAL	IMPA	88 ...	93	99
		I/i	135 ...	152	124

Cas n° 2 - G.G. - fille âgée de 11 ans. Typologie faciale normo- à tendance hypodivergente



a b c

Figures 40 a à c
Vues extra-orales avant traitement.



a b c

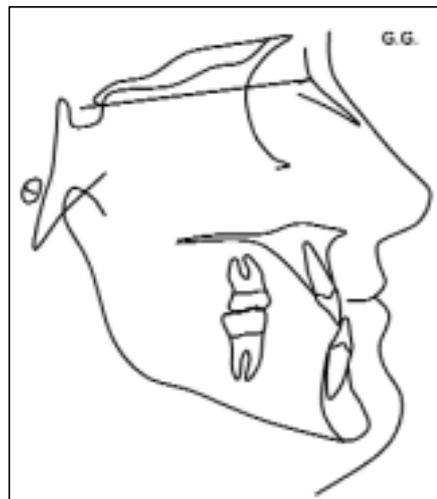


d e

Figures 41 a à e
Vues intra-orales avant traitement.



a



b

Figures 42 a et b
Téléradiographie et tracé céphalométrique avant traitement.

	PROBLEMES	OBJECTIFS	MOYENS
M A X I L L A I R E	- <u>Dentaire</u> : ¥Palatoversion des incisives sup rieures - <u>Squelettique / Facial</u> : ¥Arcade troite	¥Labioverser les incisives sup rieures ¥Elargir la dimension de l arcade maxillaire	¥Ressorts ouverts entre 12/14 et 22/24 ¥Disjonction maxillaire
M A N D I B U L A I R E	- <u>Dentaire</u> : ¥Incisives inf rieures en situation de compensation sagittale - <u>Squelettique / Facial</u> : ¥Menton pro minent	¥Contr ler verticalement les incisives ¥Compenser la dimension sagittale par la dimension verticale	¥Forces directionnelles et lastiques de classe III pour contr ler les incisives inf rieures ¥Masque facial traction post roant rieure vers le bas
S O U R I R E	- <u>Sens Vertical</u> : ¥Ligne de sourire basse - <u>Sens Sagittal</u> : ¥Incisives sup rieures droites - <u>Sens Transversal</u> : ¥Dimension transversale troite	¥Egresser les incisives et les molaires maxillaires ¥Labioverser les incisives sup rieures ¥Obtenir un sourire plus large	¥Masque facial traction post roant rieure vers le bas ¥Ressorts ouverts entre 12/14 et 22/24 ¥Disjonction maxillaire

Cas n° 2

Figure 43
Thérapeutique Orthodontique Individualisée.

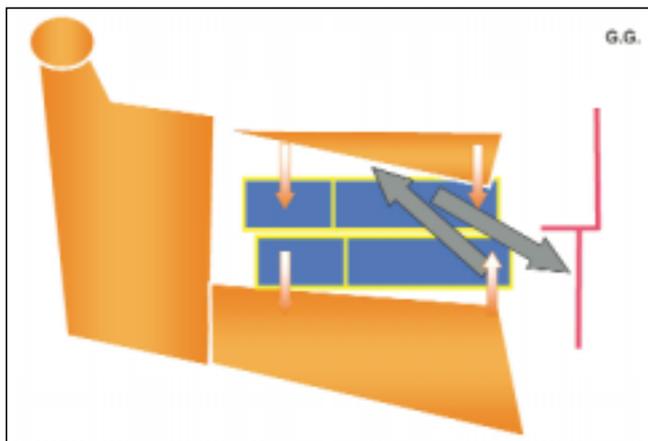
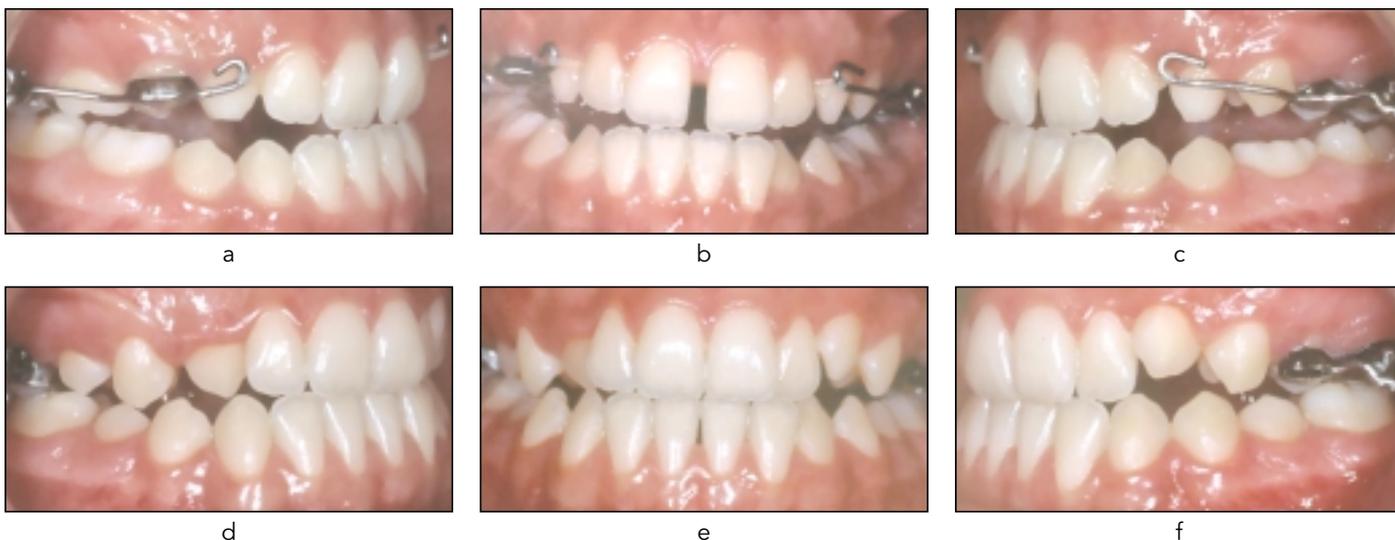


Figure 44
Moyens mécaniques utilisés pour atteindre les objectifs individuels.



Figures 45 a à f
Disjonction maxillaire et surveillance de l'éruption.

Cas n° 2



Figure 46
Téléradiographie
après disjonction.



a



b



c

Figures 47 a à c

Appareillage maxillaire multi-attache jusqu'à l'insertion d'un arc lourd pour pouvoir utiliser l'arcade maxillaire comme ancrage au besoin.



a

Figures 48 a à d
Prise en charge de l'arcade mandibulaire avec
contrôle vertical par forces directionnelles en
mésial des canines.



b



c



d



a



b



c

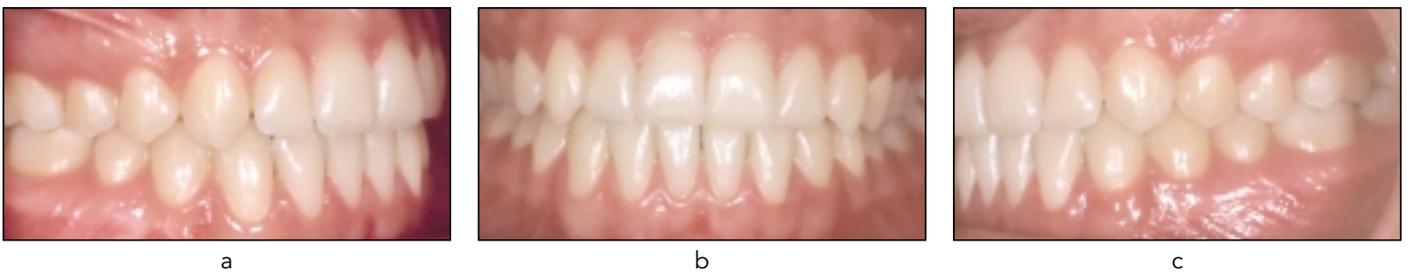
Figures 49 a à c

Surcorrection de la classe III en anticipant la perte d'ancrage au moment du recul du bloc antérieur avec correction du torque incisif inférieur.



Cas n° 2

Figures 50 a à c
Vues extra-orales après traitement.



Figures 51 a à c
Vues intra-orales après traitement.

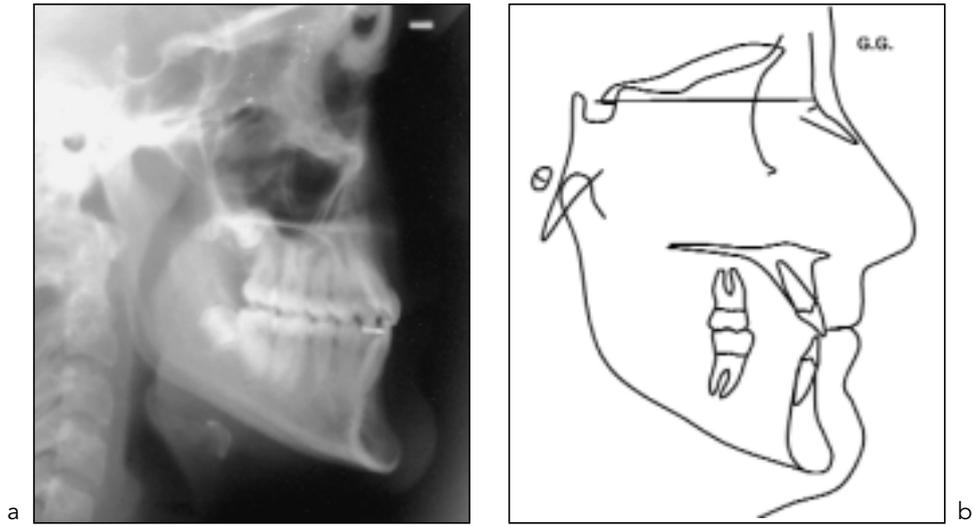


Figures 52 a à d
Evolution du traitement
au niveau de l'arcade maxil-
laire: disjonction suivie d'un
traitement multi-attache.



Figures 53 a et b
Vue occlusale de l'arcade
mandibulaire avant et après
traitement.

Cas n° 2



Figures 54 a et b
Téléradiographie et tracé céphalométrique après traitement.

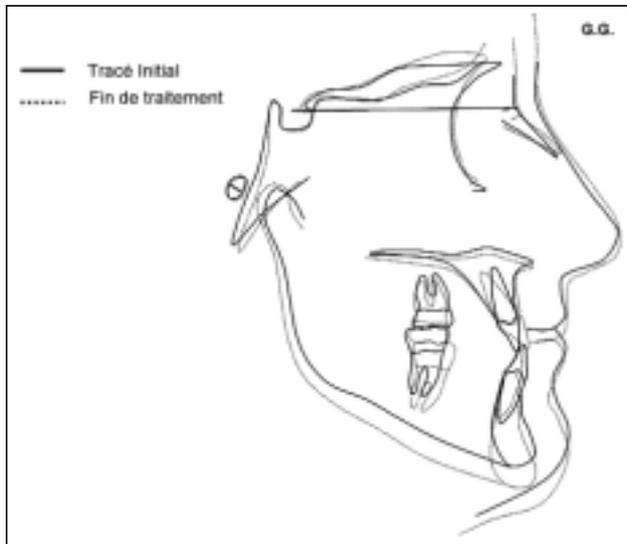


Figure 55
Superpositions générales sur SN avec S enregistré.

			Normes	D but	Fin
COMPOSANTE CUTAN E	VERTICAL	Sn-ULI	21 mm	12.5	15
		ULI-LLS	3.5 mm	0	0
		LLS-Me	47 mm	47	50
		I-UL	4.5 mm	3	2
		Sn-Me	71 mm	70	73
	SAGITTAL	A -TVL	0 mm	-2	0
		ULA-TVL	3 mm	1	0
		LLA-TVL	1 mm	1	2
		B -TVL	-6 mm	-2	-2
		Pog -TVL	-5 mm	2.5	1
COMPOSANTE SQUELETTIQUE	VERTICAL	Angle Z	75 ...	94	91
		GoGn/SN	32 ...	30	31.5
		SpP/MP	25 ...	16	19
		FMA	25 ...	26	29
	SAGITTAL	INDEX P-A	0.70	0.83	0.76
		SNA	82 ...	80	81
		SNB	80 ...	82	81
		ANB	2 ...	-2	0
		AO-BO	2 mm	-7	-1
		FP/OP	10 ...	9	5
COMPOSANTE DENTO-ALVOLAIRE	VERTICAL	SpP/UOP	10 ...	16	3
		LOP/MP	20 ...	12	22
		IFPA	107 ...	103	118
	SAGITTAL	IMPA	88 ...	85	84
		I/i	135 ...	142	131

3.3. Approche thérapeutique des cas à typologie verticale hyperdivergente

Björk⁸ a classifié les malocclusions de classe II en rotation antérieure assez facile à traiter, et en rotation postérieure beaucoup plus difficile à contrôler, durant le traitement orthodontique.

Pour Isaacson, *et al.*³¹, les trois principaux facteurs morphologiques différenciant la typologie verticale de la typologie horizontale sont :

- la hauteur du ramus ;
- la hauteur molaire inférieure mesurée depuis le plan mandibulaire ;
- la hauteur molaire maxillaire, mesurée depuis le plan palatin.

Les principes de traitement des cas hyperdivergents reposent sur l'ingression ou le blocage de l'éruption des molaires maxillaires et mandibulaires, la limitation des tractions élastiques intermaxillaires de classe II et classe III (elles provoquent l'égression molaire), l'extraction des dents le plus postérieurement possible s'il y a indication d'extractions et le positionnement occlusal des tubes au niveau des dernières molaires³.

La technique multi-boucles (MEAW), sus-évoquée a prouvé son efficacité dans le traitement des infraclusions, par ingression molaire et égression avec des élastiques antérieurs sur des arcs lourds multi-boucles en acier et une courbe de Spee accentuée au maxillaire alors qu'elle est inversée à la mandibule^{22,34}.

Pearson⁴⁸ considère que dans le cadre du traitement orthodontique des patients hyperdivergents, le rôle de l'orthodontiste est le contrôle des facteurs environnementaux, tels la respiration buccale, les habitudes linguales et la réorientation de la croissance dans une direction plus horizontale.

Différentes procédures ont prouvé leur efficacité clinique :

- en denture mixte : ingression des molaires maxillaires par force extra-orale à traction haute et barre transpalatine. Une fois que l'ingression atteint 3 mm, l'extraction des dents temporaires permet une rotation mandibulaire antérieure et une fermeture de l'infraclusion. L'adjonction d'une fronde mentonnière à traction verticale contrôle l'égression de la molaire mandibulaire.

L'action de la force extra-orale vise à limiter la croissance suturale ainsi que le développement dento-alvéolaire maxillaire⁶¹. Appliquée sur une gouttière maxillaire, elle contrôle

l'ensemble du maxillaire comme une seule unité et limite la version distale des molaires :

- dans les cas d'extraction : extraction des quatre premières prémolaires avec utilisation d'une fronde mentonnière à traction verticale d'environ 450 g pendant 12 heures par jour²¹. L'effet des extractions dans le sens d'une diminution de la dimension verticale par rotation mandibulaire antérieure, consécutive à la mésialisation du pilier molaire, n'a pas été prouvé⁴⁹. L'utilisation d'une force extra-orale à traction haute en même temps que les extractions ne modifie pas les résultats thérapeutiques³² ; il est vrai qu'il assure un meilleur contrôle vertical de la molaire maxillaire, mais l'effet égressif de compensation de la molaire mandibulaire cache probablement l'action maxillaire ;

- utilisation de calles occlusales postérieures de 2 à 4 mm d'épaisseur dans la région de la première molaire avec l'application d'une fronde mentonnière à traction verticale⁷². Ces calles peuvent être faites en résine, contenir des ressorts ou des aimants répulsifs. Leurs effets se manifestent par une ingression molaire maxillaire et mandibulaire, une fermeture du plan mandibulaire à la suite de l'auto-rotation mandibulaire, avec augmentation du recouvrement incisif. Ces calles peuvent être utilisées avec une fronde mentonnière pour potentialiser le contrôle de la dimension verticale¹⁹ ;

- mise en place de mini-vis ou des plaques vissées à but orthodontique dans la région molaire maxillaire et mandibulaire, pour contrôler la dimension verticale et assurer un ancrage maximal lors de la rétraction antérieure^{36,47,65} ;

- Haas²⁸ ainsi que Majourau et Nanda⁴⁰ ont préconisé l'utilisation d'une fronde mentonnière lors de la disjonction maxillaire pour contrôler et même réduire la dimension verticale postérieure.

Pour Pearson^{50,51}, la fronde mentonnière a permis de limiter l'augmentation de la dimension verticale antérieure, une fermeture du plan mandibulaire et une réorientation de la croissance mandibulaire dans une direction plus horizontale consécutive à l'altération de la forme mandibulaire et la diminution de l'ouverture de l'angle goniale.

Le traitement orthodontique interceptif des malocclusions présentant une typologie verticale hyperdivergente est applicable car :

- le diagnostic de ce type de malocclusion est assez précoce ;

Squelettique	Dento-alvéolaire
– Limiter la divergence squelettique	– Corriger l'étiologie – Limiter l'égression molaire – Favoriser l'éruption incisive

Tableau VIII
Concepts thérapeutiques chez l'hyperdivergent.

Antérieur	Postérieur
– Forces directionnelles – Fronde mentonnière à traction verticale – Élastiques verticaux – Écran lingual	– Calles occlusales – Extraction molaire – Force extra-orale haute – Barre palatine ou disjoncteur – Implants orthodontiques : mini-vis, plaques vissées, etc...

Tableau IX
Implications cliniques chez l'hyperdivergent.

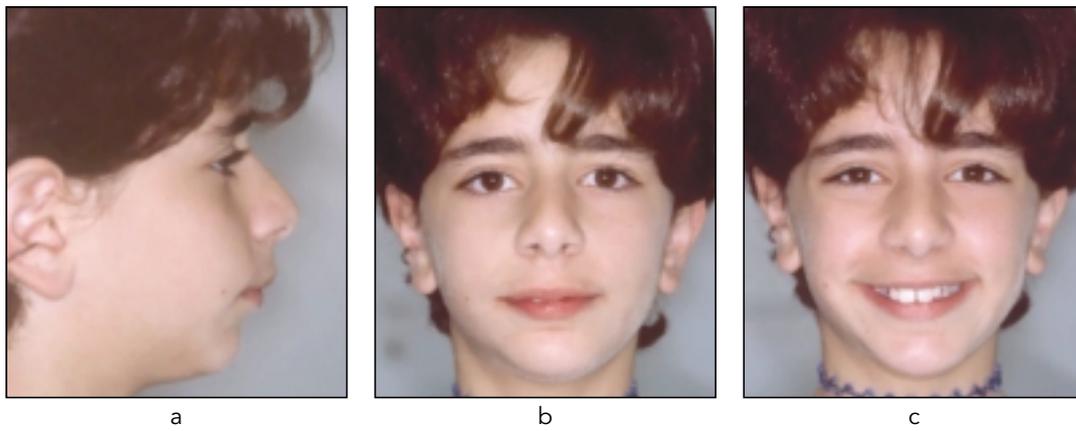
- la capacité de rotation et de remodelage mandibulaire est importante durant l'adolescence ;
 - la correction nécessite parfois une longue période de croissance ;
 - les traitements actuels sont capables de corriger les malocclusions spaciales complexes¹⁶.
- Ce type de traitement comprend (TAB. VIII et IX) :
- une approche préventive et interceptive des facteurs envi-

ronnementaux qui risquent d'aggraver la manifestation de la dysmorphie verticale ;

- une approche interceptive et correctrice, grâce à un contrôle des croissances suturale maxillaire et dento-alvéolaire des procès alvéolaires maxillaire et mandibulaire, dans les régions incisives et molaires en fonction de chaque situation individuelle.

3.3.1. Cas cliniques : 3 et 4

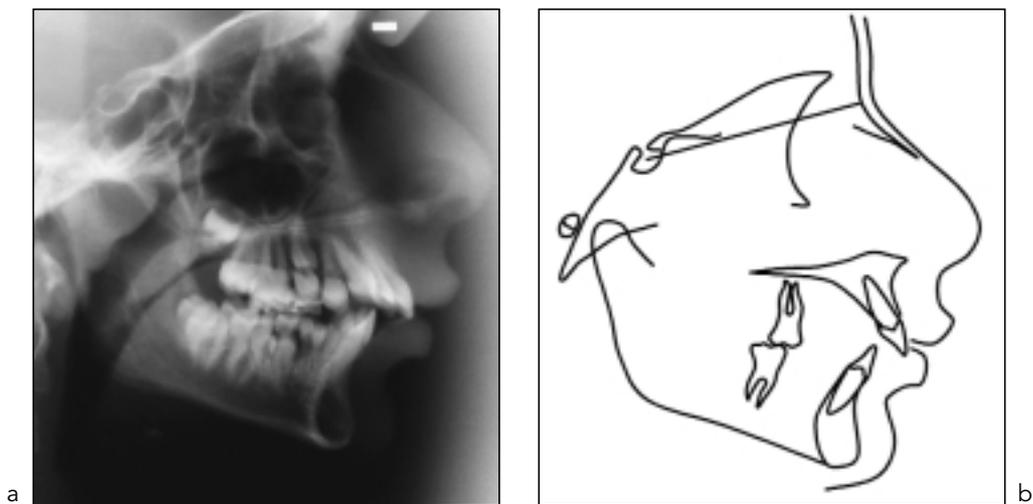
Cas n° 3 - C.K. - fille âgée de 11 ans. Typologie faciale hyperdivergente



Figures 56 a à c
Vues extra-orales avant traitement.



Figures 57 a à e
Vues intra-orales avant traitement.



Cas n° 3

Figures 58 a et b
Téléradiographie de profil et tracé céphalométrique avant traitement.

	PROBLEMES	OBJECTIFS	MOYENS	C.K.
MAXILLAIRE	- Dentaire: ¥ Labioversiordés incisives supérieures - Squelettique / Facial: ¥ RAS	¥ Contrôler la position incisive	¥ Force extra-orale haute appliquée sur activateur passant par le centre de résistance de la denture maxillaire	
MANDIBULE	- Dentaire: ¥ Labioversiordés incisives inférieures ¥ Classe II asymétrique plus importante gauche - Squelettique / Facial: ¥ Menton r trusif ¥ Déviation du menton gauche	¥ Contrôler la position incisive ¥ Corriger la classe II ¥ Favoriser la réponse mandibulaire et corriger la déviation	¥ Activateur avec recouvrement acrylique vestibulaire des incisives ¥ Mécanique intra- et intermaxillaire après évaluation à la fin de la première phase ¥ Force extra-orale haute appliquée sur activateur en propulsion avec patins occlusaux passifs	
SOURIRE	- Sens Vertical : ¥ Sourire acceptable ¥ Absence de contact bilabial - Sens Sagittal : ¥ RAS - Sens Transversal : ¥ Sourire étroit	¥ Contrôler verticalement les incisives et les molaires maxillaires ¥ Modifier la forme d'arc maxillaire	¥ Arc maxillaire avec courbe de Spee accentuée + forces directionnelles appliquées sur la denture maxillaire	

Figure 59
Thérapeutique Orthodontique Individualisée.

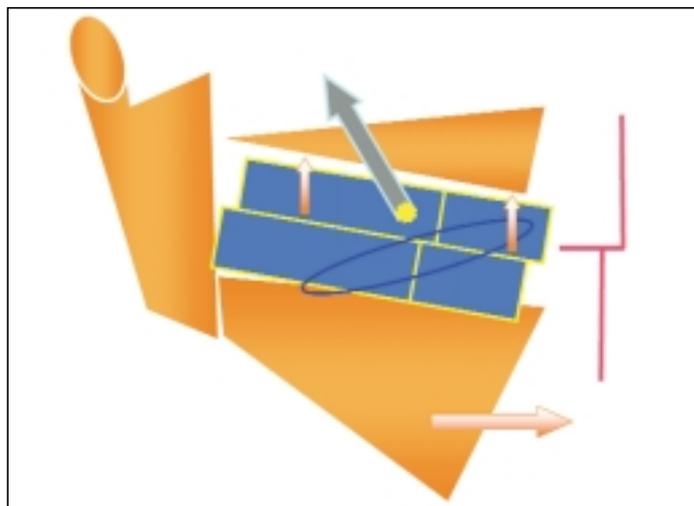
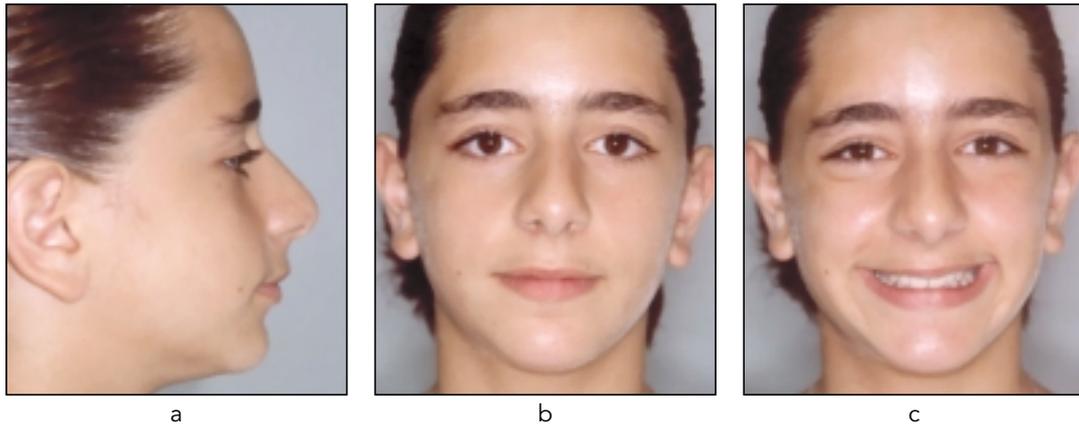


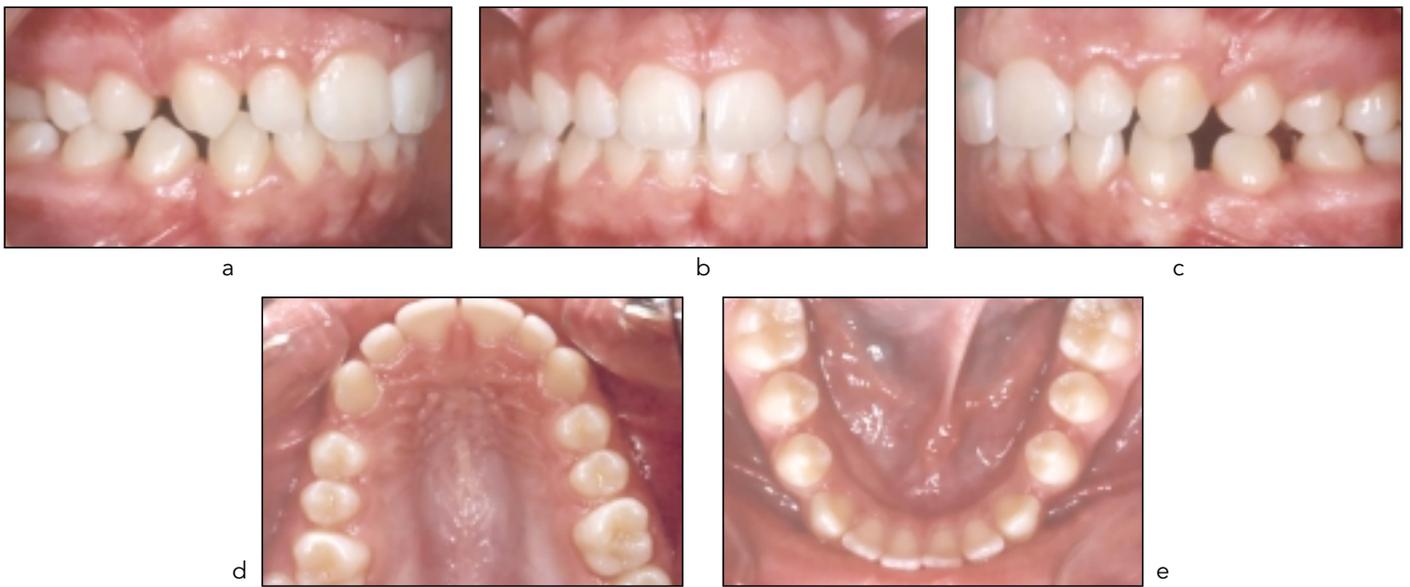
Figure 60
Moyens mécaniques utilisés pour atteindre les objectifs individuels.

Cas n° 3



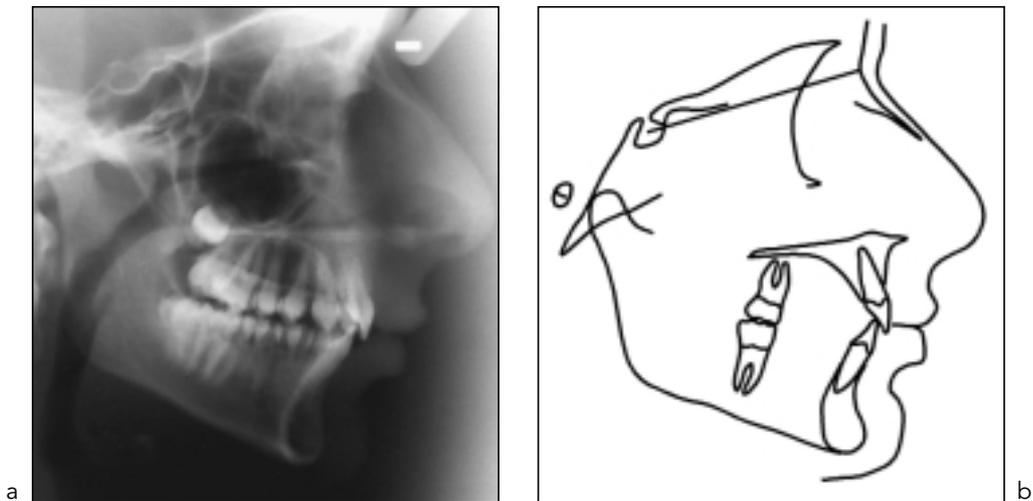
Figures 61 a à c

Vues extra-orales après la phase orthopédique réalisée avec activateur et force extra-orale à traction haute.



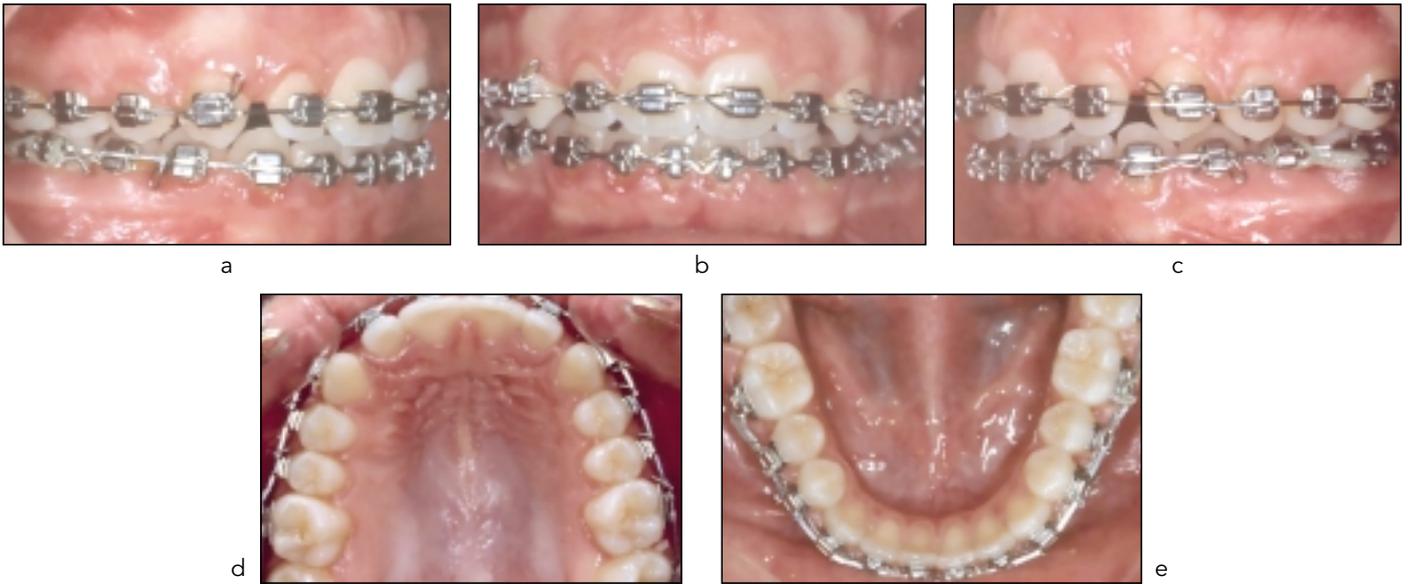
Figures 62 a à e

Vues intra-orales après la phase orthopédique.



Figures 63 a et b

Téléradiographie de profil et tracé céphalométrique après la phase orthopédique.

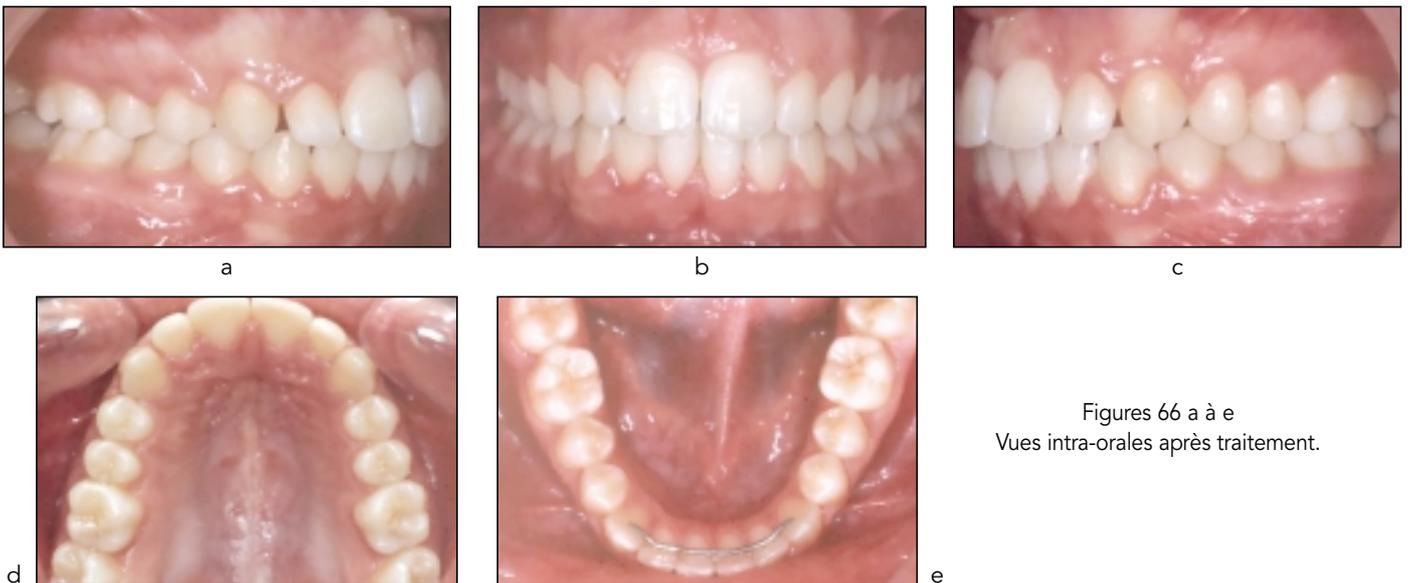


Figures 64 a à e
Vues intra-orales durant la phase orthodontique.

Cas n° 3

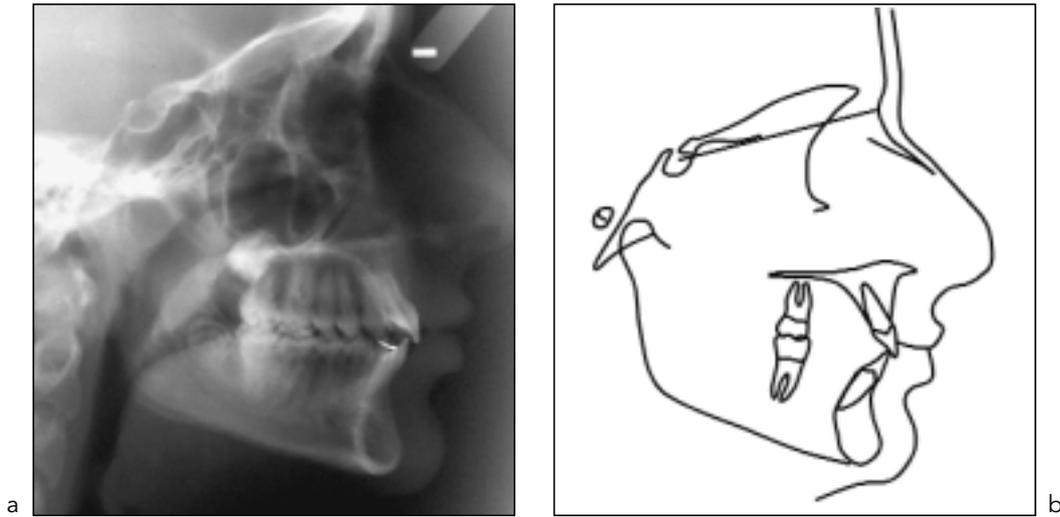


Figures 65 a à c
Vues extra-orales après traitement.



Figures 66 a à e
Vues intra-orales après traitement.

Cas n° 3



Figures 67
Téléradiographie et tracé céphalométrique après traitement.

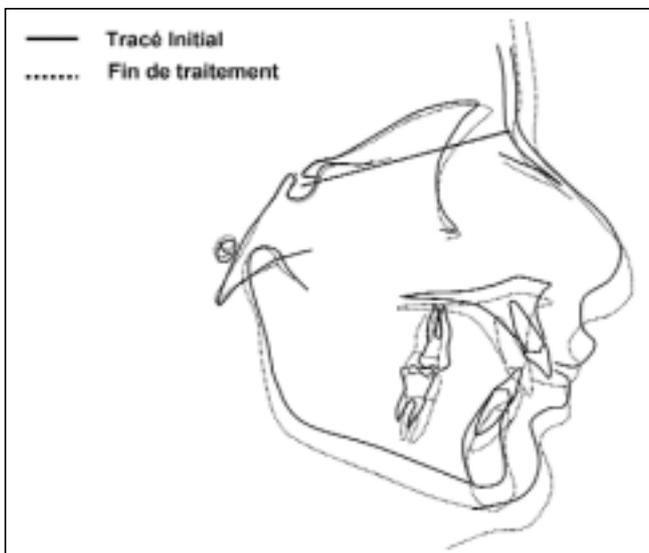
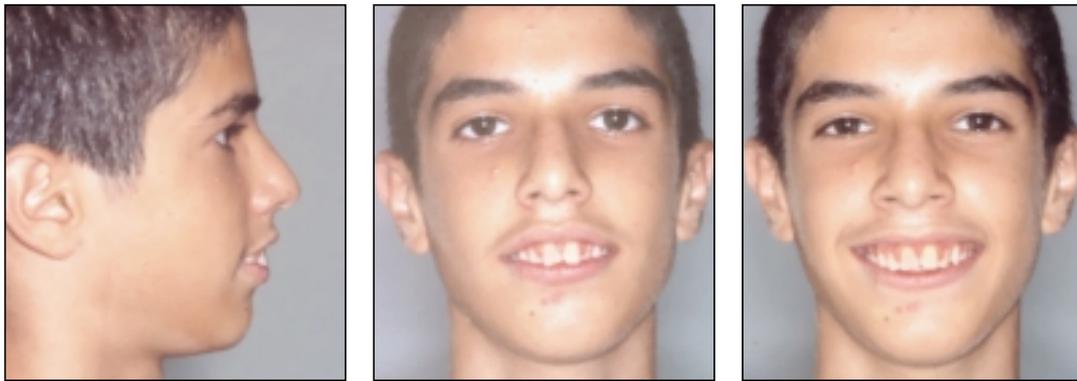


Figure 68
Superpositions générales sur SN avec S enregistré.

		Normes	D but	Fin	
COMPOSANTE CUTAN E	VERTICAL	Sn-ULI	21 mm	23	20
		ULI-LLS	3.5 mm	2	0
		LLS-Me	47 mm	42	47.5
		I-UL	4.5 mm	2.5	3
		Sn-Me	71 mm	67.5	67.5
	SAGITTAL	A -TVL	0 mm	-2	-5
		ULA-TVL	3 mm	+1	-1
		LLA-TVL	1 mm	-7	-4
		B -TVL	-6 mm	-19	-14
		Pog -TVL	-5 mm	-18	-10
Angle Z	75 ...	64.5	77		
COMPOSANTE SQUELETTIQUE	VERTICAL	GoGn/SN	32 ...	38.5	35
		SpP/MP	25 ...	30	28
		FMA	25 ...	29.5	25
		INDEX P-A	0.70	0.68	0.72
	SAGITTAL	SNA	82 ...	82	78
		SNB	80 ...	71.5	73
		ANB	2 ...	10.5	5
AO-BO	2 mm	17	5		
COMPOSANTE DENTO-ALVOLAIRE	VERTICAL	FP/OP	10 ...	2	4
		SpP/UOP	10 ...	11	11
		LOP/MP	20 ...	22	17
	SAGITTAL	IFPA	107 ...	117	115
		IMPA	88 ...	102	107
		I/i	135 ...	120	119

Cas n° 4 - A.J. - garçon âgé de 13 ans. Typologie faciale hyperdivergente



a

b

c

Figures 69 a à c
Vues extra-orales avant traitement.



a

b

c



d

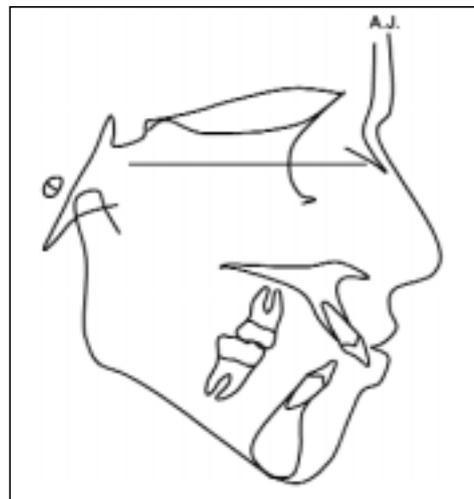


e

Figures 70 a à e
Vues intra-orales avant traitement.



a



b

Figures 71 a et b
Téléradiographie de profil et tracé céphalométrique avant traitement.

Cas n° 4

	PROBLEMES	OBJECTIFS	MOYENS
MAXILLAIRE	- Dentaire: ¥ Labioversio des incisives supérieures ¥ Malpositions incisivo-canines - Squelettique / Facial: ¥ Lèvre supérieure courte	¥ Corriger l'axe des incisives supérieures ¥ Ingresser les incisives supérieures	¥ Extraction de: 14 et 24 ¥ Arc maxillaire avec forces directionnelles appliquées sur crochets soudés entre incisives centrales et latérales ¥ Idem
MANDIBULAIRE	- Dentaire: ¥ Courbe de Spee accentuée avec chevauchement incisivo-canin - Squelettique / Facial: ¥ Menton trusif ¥ Interposition labiale inférieure	¥ Nivelier et aligner les dents avec contrôle des incisives mandibulaires ¥ Favoriser la réponse mandibulaire avec contrôle vertical	¥ Extraction de: 35 et 45 ¥ Baguage mandibulaire différent permettant l'alignement spontané des dents antérieures et la réalisation des molaires pour limiter l'utilisation des lastiques de classe II ¥ Système de forces directionnelles avec lastiques de classe II sur arcs lourds
SOURIRE	- Sens Vertical : ¥ Sourire gingival ¥ Absence de contact bilabial - Sens Sagittal : ¥ RAS - Sens Transversal : ¥ RAS	¥ Contrôler verticalement les incisives et les molaires maxillaires	¥ Arc maxillaire avec courbe de Spee accentuée + forces directionnelles sur crochets soudés entre incisives centrales et latérales

Figure 72
Thérapeutique Orthodontique Individualisée.

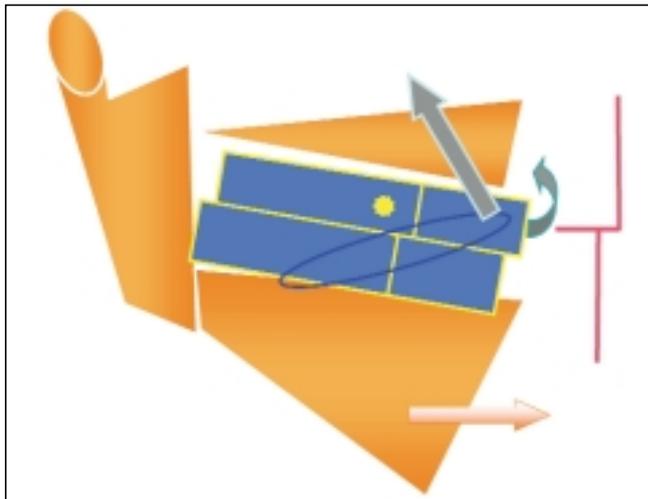


Figure 73
Moyens mécaniques utilisés pour atteindre les objectifs individuels.



a



b



c

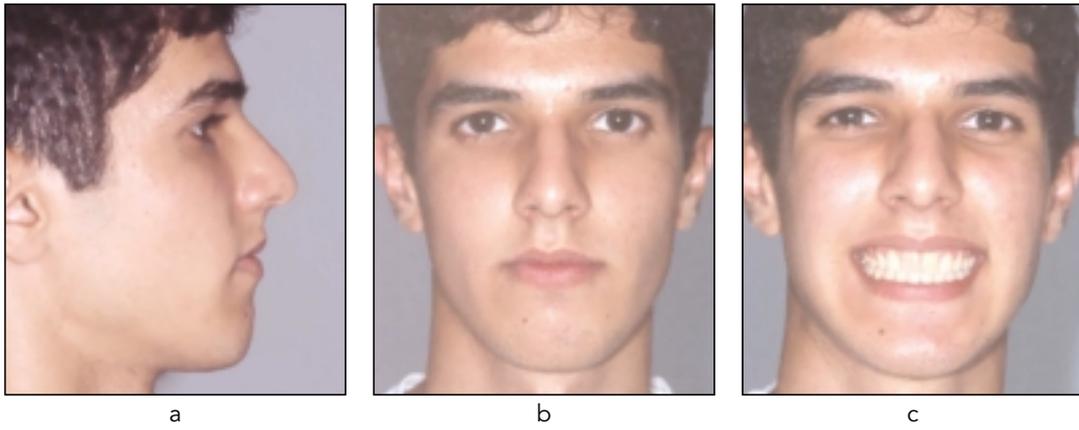


d



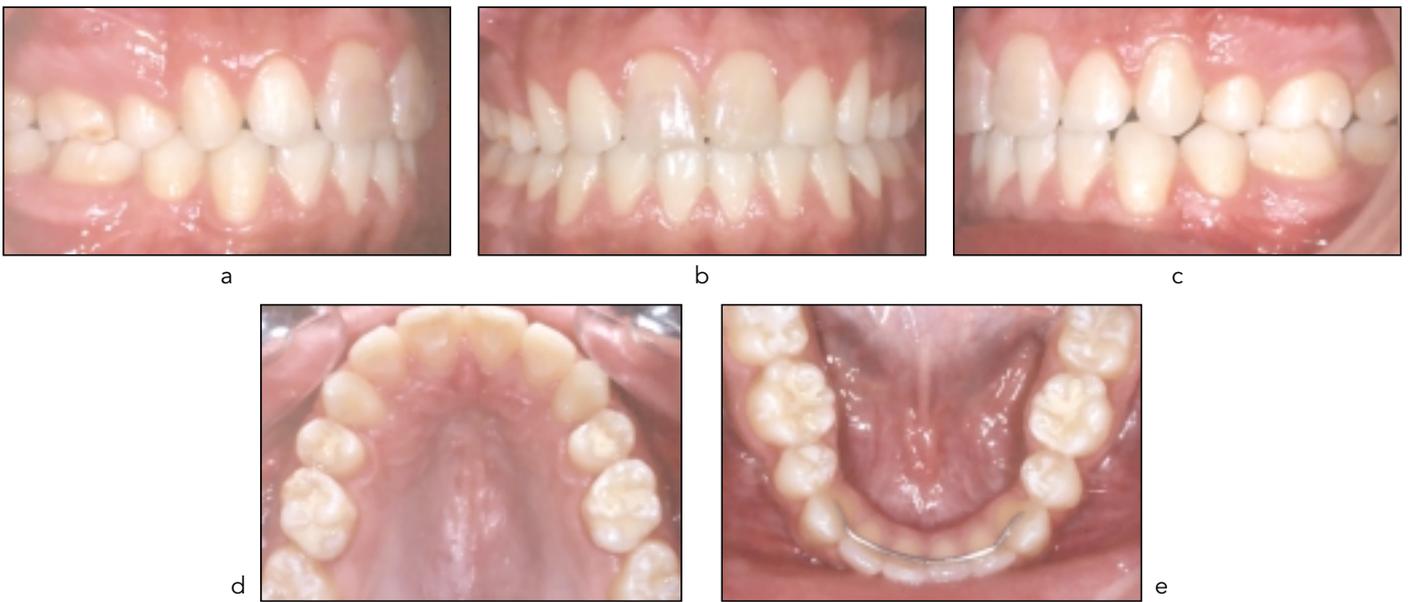
e

Figures 74 a à e
Vues intra-orales après la phase de recul canin maxillaire et auto-alignement des dents mandibulaires

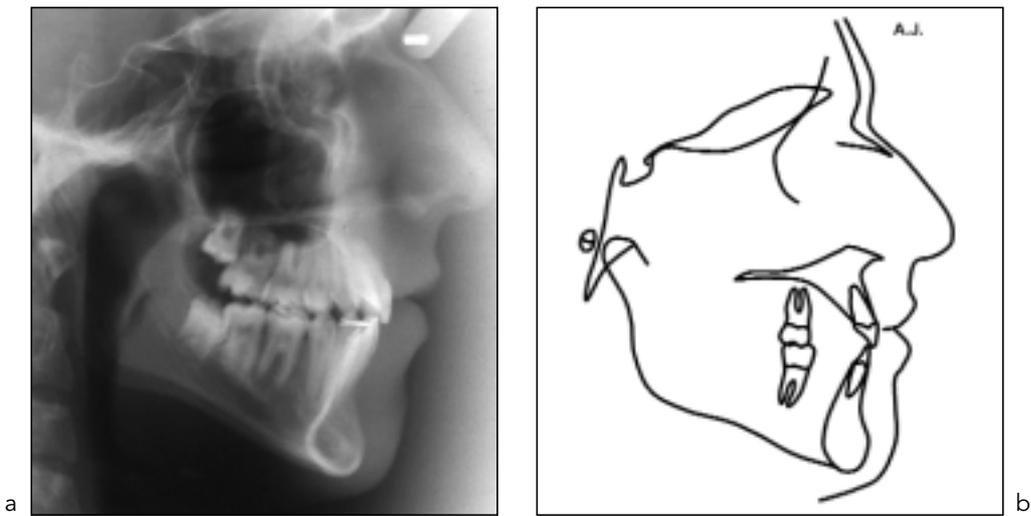


Figures 75 a à c
Vues extra-orales après traitement.

Cas n° 4



Figures 76 a à e
Vues intra-orales après traitement.



Figures 77 a et b
Téléradiographie et tracé céphalométrique après traitement.

Cas n° 4

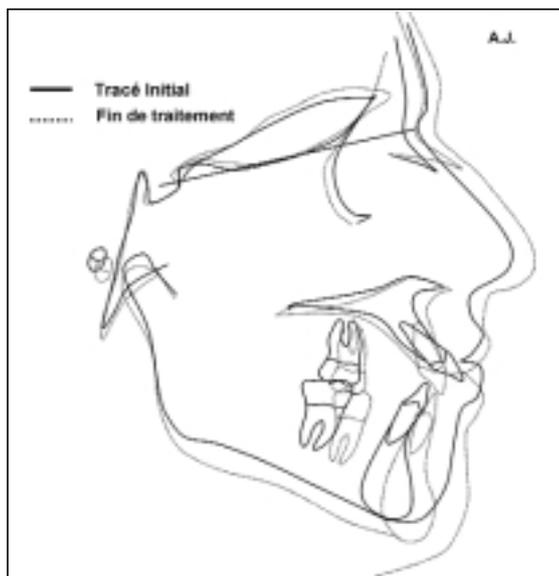


Figure 78

Superpositions générales sur SN avec S enregistré.

			Normes	D but	Fin
COMPOSANTE CUTANÉE	VERTICAL	Sn-ULI	21 mm	22	24
		ULI-LLS	3.5 mm	0	0
		LLS-Me	47 mm	55	59
		I-UL	4.5 mm	8.5	7
		Sn-Me	71 mm	78	84
	SAGITTAL	A -TVL	0 mm	-2	-4
		ULA-TVL	3 mm	0.5	-3
		LLA-TVL	1 mm	0	-6
		B -TVL	-6 mm	-11	-13
		Pog -TVL	-5 mm	-20	-15
Angle Z	75 ...	60	72.5		
COMPOSANTE SQUELETTIQUE	VERTICAL	GoGn/SN	32 ...	36	36
		SpP/MP	25 ...	31	32
		FMA	25 ...	28	28
	SAGITTAL	INDEX P-A	0.70	0.63	0.64
		SNA	82 ...	83	81
		SNB	80 ...	76	77
		ANB	2 ...	7	4
COMPOSANTE DENTO-ALVOLAIRE	VERTICAL	AO-BO	2 mm	8	2
		FP/OP	10 ...	6	9
		SpP/UOP	10 ...	10	15
		LOP/MP	20 ...	26	22
	SAGITTAL	IFPA	107 ...	128	106
		IMPA	88 ...	101	88
		I/i	135 ...	103	138.5

4. Conclusions

De nos jours, avec l'orientation orthodontique accrue vers l'esthétique faciale et le sourire, il devient important, et même indispensable, d'appliquer une Thérapeutique Orthodontique Individualisée qui prendra en considération non pas uniquement le positionnement vertical des dents maxillaire et mandibulaire par rapport au squelette facial mais surtout leur position par rapport aux tissus cutanés de la face tout en prenant en compte ses modes d'expression (Fig. 79). L'application d'une telle thérapeutique ne pourra se faire qu'à travers :

- l'établissement d'objectifs individuels qui prennent en compte la typologie faciale, la situation de la ligne de sourire ainsi que le degré de compensation verticale dento-alvéolaire ;

-l'instauration d'une mécano-thérapie individualisée, en fonction des objectifs fixés, et tout en se basant sur les différents concepts thérapeutiques ;

- la réévaluation de la progression du traitement en passant d'une étape à une autre, et à la fin du traitement pour pouvoir juger de l'obtention ou de l'approche des objectifs initiaux, puis modifier l'attitude thérapeutique du praticien en cours de traitement.

Bibliographie

1. Arnett GW, McLaughlin RP. Facial and dental planning for orthodontists and oral surgeons. St Louis: Mosby, 2004.
2. Baumrind S, Korn EL. Patterns of change in mandibular and facial shape associated with the use of forces to retract the maxilla. Am J Orthod 1981;80:31-47.
3. Beane RA Jr. Nonsurgical management of the anterior open bite: a review of the options. Semin Orthod 1999;5:275-83.
4. Björk A. The relationship of the jaws to the cranium. An Introduction to orthodontics. Lundström ed. McGraw-Hill London, 1961.
5. Björk A, Skieller V. Growth of the maxilla in three dimensions as revealed radiographically by the implant method. Br J Orthod 1977;4:53.
6. Björk A, Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. Eur J Orthod 1983;5:1-46.
7. Björk A. Cranial base development. Am J Orthod 1955;41:198.
8. Björk A. Prediction of mandibular growth rotation. Am J Orthod 1969;55:585-99.
9. Björk A. Sutural growth of the upper face studied by the implant method. Acta Odontol Scand 1966;23:109-29.
10. Björk A. Facial growth in man, studied with the aid of metallic implants. Acta Odontol Scand 1955;13:9-34.
11. Björk A. The use of metallic implants in the study of facial growth in children, method and application. Am J Phys Anthropol 1968;29:243-54.
12. Björk A, Skieller V. Facial development and tooth eruption, an implant study at the age of puberty. Am J Orthod 1972;62:1:339-83.
13. Burstone CJ. Problem solving in orthodontics. Quintessence Publishing, 2000.
14. Burstone CJ. Deep overbite correction by intrusion. Am J Orthod 1977; 72:1-22.

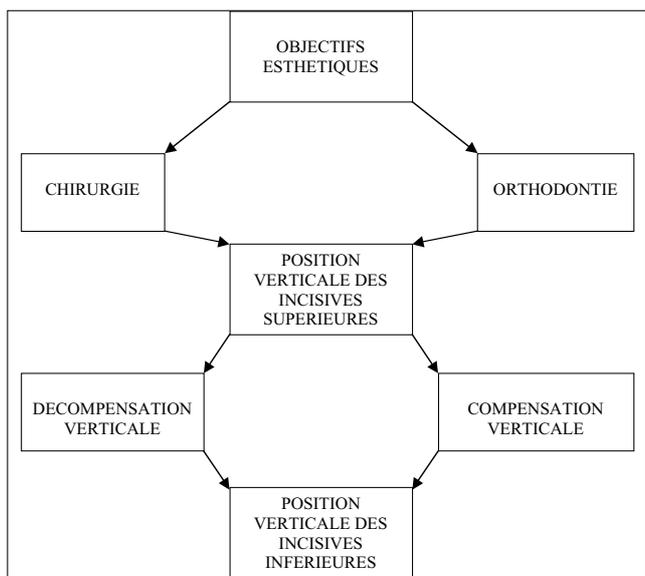


Figure 79

Approche esthétique dans une Thérapeutique Orthodontique Individualisée.

15. Burstone CJ. Biomechanics of deep overbite correction. *Semin Orthod* 2001;7:26-33.
16. Buschang PH, Sankey W, English JD. Early treatment of hyperdivergent open-bite malocclusions. *Semin Orthod* 2002;8:130-40.
17. Creekmore TD. Inhibition or stimulation of the vertical growth of the facial complex, its significance to treatment. *Angle Orthod* 1967;37:285-97.
18. Darqué J, Parguel P, Reboul M. La dimension verticale en orthopédie dento-faciale. *Enc Med Chir Stomatol*, 23460 C 10, Paris 1978.
19. Dellinger EL. A clinical assessment of the active vertical corrector - A nonsurgical alternative for skeletal openbite. *Am J Orthod* 1986;89:428-36.
20. DeSmit A, Dermaut L. Soft tissue profile preference. *Am J Orthod* 1984;86:67-73.
21. DiPalma D. A morphometric study of orthopedic and functional therapy for the hyperdivergent skeletal pattern. Master's thesis, Case Western Reserve University, 1982.
22. Dougherty HSr. The edgewise technique. Postgraduate course, Spain: 1998-2000.
23. Farkas LG. Anthropometry of the head and face in medicine. New York, Elsevier Science, 1981.
24. Farkas LG, Munro JR. Anthropometric facial proportions in medicine. Springfield, Ill, Charles C Thomas, 1987.
25. Fotis V, Melsen B, Williams S, Droschl H. Vertical control as an important ingredient in the treatment of severe sagittal discrepancies. *Am J Orthod* 1984;86:224-32.
26. Garguilo A, Wenz F, Orban B. Dimensions and relations at the dentogingival junction in humans. *J Periodontol* 1961;32:261.
27. Genecov JS, Sinclair PM, Dechow PC. Development of the nose and soft tissue profile. *Angle Orthod* 1990;60:191-8.
28. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1965;35:200-16.
29. Horn A. Facial height index. *Am J Orthod* 1992;102:180-6.
30. Ingervall B, Thilander B. Relationship between facial morphology and activity of the masticatory muscles. *J Oral Rehap* 1974;1:131-47.
31. Isaacson JR, Isaacson RJ, Speidel TM and al. Extreme variation in vertical facial growth and associated variation in skeletal and dental relationships. *Angle Orthod* 1971;41:219-28.
32. Iscan HN, Akkaya S, Koralp E. The effects of the spring-loaded posterior bite block on the maxillo-facial morphology. *Eur J Orthod* 1992;14:54-60.
33. Janson G, Metaxas A, Woodside D. Variation in maxillary and mandibular molar and incisor vertical dimension in 12 years old subjects with excess, normal, and short lower anterior face height. *Am J Orthod* 1994;106:409-18.
34. Kim YH. Anterior openbite and its treatment with multiloop edgewise archwire. *Angle Orthod* 1987;57:290-321.
35. Kokich VG. Esthetics: the orthodontic-periodontic restorative connection. *Semin Orthod* 1996;2:21-30.
36. Kuroda S, Katayama A, Takano-Yamamoto T. Severe anterior open bite treated using titanium screw anchorage. *Angle Orthod* 2004;74:558-67.
37. Lindauer SJ. Orthodontic treatment planning. In: *Biomechanics in clinical orthodontics*. Nanda R, W.B. Saunders Company, 1997.
38. Luder HU. Skeletal profile changes related to two patterns of activator effects. *Am J Orthod* 1982;81:390-6.
39. Magness MJ, Shanker SV, Vig KWL. Interaction of the sagittal and vertical dimensions in orthodontic diagnosis and treatment planning. In: *Textbook of Orthodontics*. Bishara SE, W.B. Saunders Company, 2001.
40. Majourau A, Nanda R. Biomechanical basis of vertical dimension control during rapid palatal expansion therapy. *Am J Orthod* 1994;106:322-8.
41. Maynard J, Wilson R. Physiologic dimension of the periodontium fundamental to successful restorative dentistry. *J Periodontol* 1979;50:170.
42. Moller E. The chewing apparatus. *Acta Physiol* 1966;69:571-4.
43. Muller L. Analyse typologique de Björk et la prédiction de la «rotation» mandibulaire au cours de la croissance. In: *Céphalométrie et Orthodontie*. Paris : Société nouvelle de publications médicales et dentaires, 1983.
44. Nanda SK. Patterns of vertical growth in the face. *Am J Orthod* 1988;93:103-16.
45. Nielsen IL. Vertical malocclusions: etiology, development, diagnosis and some aspects of treatment. *Angle Orthod* 1991;61:247-60.
46. Pancherz H, Malmgren O, Hagg U et al. Class II correction in Herbst and Bass therapy. *Eur J Orthod* 1989;11:17-30.
47. Park H-S, Kwon T-G, Kwon O-W. Treatment of open bite with microcrew implant anchorage. *Am J Orthod* 2004;126:627-36.
48. Pearson LE. Treatment of class II backward rotating malocclusions. In: *Biomechanics in clinical orthodontics*. Nanda R, W.B. Saunders Company, 1997.
49. Pearson LE. Vertical control through use of mandibular posterior intrusive forces. *Angle Orthod* 1973;43:194-200.
50. Pearson LE. Vertical control in treatment of patients having backward-rotational growth tendencies. *Angle Orthod* 1978;48:132-40.
51. Pearson LE. Vertical control in fully-banded orthodontic treatment. *Angle Orthod* 1986;56:205-24.
52. Peck H, Peck S. A concept of facial esthetics. *Angle Orthod* 1970;40:284-317.
53. Poulton DR. The influence of extraoral traction. *Am J Orthod* 1967;3:8-18.
54. Proffit WR, Ackerman JL. Orthodontic diagnosis: the development of a problem list. In: *Contemporary Orthodontics*. Proffit WR, Fields HW Jr 2nd edition. Mosby, 1993.
55. Ricketts RM. Mechanisms of mandibular growth: a series of inquiries on the growth of the mandible. In: *Determinants of mandibular form and growth*. McNamara JA, Ann Arbor, Center for Human Growth and Development: University of Michigan, 1974.
56. Riolo ML, Moyers RE, McNamara JAJr, Hunter W.S. An atlas of craniofacial growth and development. Ann Arbor, Center for Human Growth and Development: University of Michigan, 1974.
57. Sarver DM, Proffit WR, Ackerman JL. Diagnosis and treatment planning in orthodontics. In: *Orthodontics: Current principles and techniques*. Graber TM, Vanarsdall RL Jr ed. St Louis: Mosby, Third edition 2000.
58. Sarver DM. Facial analysis and the facial esthetic problem list. In: *Esthetic orthodontics and orthognathic surgery*. Mosby-Year Book, 1998.
59. Schudy FF. Part I: The occlusal plane: its origin, development and correction. Part II: The vertical dimension of the human face. D. Armstrong Co, 1992.
60. Solow B. The dentoalveolar compensatory mechanism: background and clinical implications. *Br J Orthod* 1980;7:145-61.
61. Staggers JA. Vertical changes following first premolar extractions. *Am J Orthod* 1994;105:19-24.
62. Stöckli PW, Teuscher UM. Combined activator headgear orthopedics. In: *Orthodontics: Current Principles and Techniques*. Graber TM, Swain BF ed. St Louis: Mosby, 1985.
63. Subtelny JD. A longitudinal study of soft tissue facial structures and their profile characteristics, defined in relation to underlying skeletal structures. *Am J Orthod* 1959:45:7.
64. Subtelny JD. The deep bite: Excessive anterior overbite. In: *Early Orthodontic Treatment*. Quintessence Publishing Co, 2000.
65. Sugawara J, Baik UB, Umemori M and al. Treatment and posttreatment dentoalveolar changes following intrusion of mandibular molars with application of a skeletal anchorage system for open bite correction. *Int J Orthod Orthognath Surg* 2002;17:243-53.
66. Teusher U. A growth related concept for skeletal class II treatment. *Am J Orthod* 1978;74:258-75.
67. Thurow RC. Craniomaxillary orthopedic correction with en masse dental control. *Am J Orthod* 1975;68:601-24.
68. Vaden JL, Dale JG and Klontz H. The Tweed-Merrifield edgewise appliance: Philosophy, diagnosis and treatment. In: *Orthodontics: current principles and techniques*. Graber TM, Vanarsdall RL Jr ed. St Louis: Mosby, 2000.
69. Van Beek H. Overjet correction by a combined headgear and activator. *Eur J Orthod* 1982;4:279-90.
70. Vig RG, Brundo GC. Kinetics of anterior tooth display. *J Prosthet Dent* 1978;39:5.
71. Woodside D. The activator. In: *Orthodontics in daily practice*. Salzmann JA ed. JB Lippincott, Philadelphia, 1974.
72. Woodside D, Linder-Aronson S. Progressive increase in lower anterior face height and the use of posterior occlusal bite-block in its management. In: *Orthodontics: State of the Art - Essence of the Science*. Graber LW ed. St Louis: Mosby, 1986.
73. Zachrisson BU. Esthetic factors involved in anterior tooth display and the smile: vertical dimension. *J Clin Orthod* 1998;32:432-45.