



Maxillary and mandibular contribution to the establishment of class II malocclusion in an adult Lebanese population

Contribution maxillo-mandibulaire à l'établissement de la malocclusion de classe II dans une population libanaise adulte

Nadine El Hajj^a, Nayla Bassil-Nassif^b, Alain Tauk^a, Carole Mouhanna-Fattal^a, Joseph P. Bouserhal^{b,c,*}

^aPrivate practice, Beirut, Lebanon

^bOrthodontics department, université Saint-Joseph de Beyrouth, Beirut, Lebanon

^cHenry-Goldman school of dental medicine, Boston, USA

Available online: 5 November 2017 / Disponible en ligne : 5 novembre 2017

Summary

Introduction: The main aim of this study was to describe the contribution of the maxilla and the mandible to the establishment of a Class II skeletal malocclusion in an adult Lebanese population. Secondary aims were to detect the presence of sex-based dimorphism and to study the influence of the vertical dimension on the Class II skeletal pattern.

Material and method: A sample of 90 adults in skeletal Class II was recruited and equally distributed according to sex and vertical typology. The study describes the skeletal and dentoalveolar cephalometric characteristics of the Class II sample, essentially according to Coben's cephalometric analysis.

Results: The total effective depth of the cranial base and the anterior cranial base angle (SN-BaH) were both greater in the Class II sample. In females, the effective depth of the maxilla (Ptm-A) was larger than normal while SNB was smaller. The parameters describing the size and shape of the body of the mandible were significantly different from those of normal subjects. The upper incisors were in a retrusive position, while the axis of the lower incisors was located normally. The mandibular molars had a more distal sagittal position.

Résumé

Introduction : L'objectif primaire de l'étude était de décrire la contribution maxillaire et mandibulaire à l'établissement de la malocclusion squelettique de classe II dans une population libanaise adulte. Les objectifs secondaires consistaient à discerner la présence d'un dimorphisme sexuel, et à étudier l'influence de la dimension verticale sur le schéma squelettique de classe II.

Matériel et méthodes : Un échantillon de 90 sujets adultes présentant une classe II squelettique a été choisi et réparti équitablement selon le sexe et la typologie verticale. L'étude décrit les caractéristiques céphalométriques squelettiques et dentoalvéolaires de l'échantillon de classe II en prenant comme support essentiel l'analyse céphalométrique de Coben.

Résultats : La profondeur effective totale de la base du crâne et l'inclinaison antérieure de la base du crâne (SN-BaH) sont plus importants dans l'échantillon de classe II. Chez les femmes, la profondeur effective du maxillaire (Ptm-A) est plus importante par rapport à la normale et SNB est diminué. Les paramètres décrivant la forme et la taille du corps de la mandibule présentent une différence significative par rapport à la normale. Les incisives supérieures sont en position rétrusive, les incisives inférieures présentent un axe normal. La molaire

* Correspondence and reprints / Correspondance et tirés à part :

Joseph P. Bouserhal, B.P. 16, 6096 Beyrouth, Lebanon.

e-mail address / Adresse e-mail : joseph.bouserhal@usj.edu.lb (Joseph P. Bouserhal)

Hyperdivergent subjects had more significant posterior alveolar growth, a more retrusive mandibular position and smaller mandibular dimensions than the other two vertical sub-groups.

Conclusion: The cranial base contributes to the establishment of a Class II malocclusion, and mandibular retrusion cannot be considered as a characteristic shared by all skeletal Class II subjects. Lessening of the absolute length of the mandibular body is the second most frequent etiological factor noted in the Class II sample studied. Most individuals in skeletal Class II have an associated dental Class II malocclusion, and the vertical dimension has an influence on the Class II skeletal pattern.

© 2017 CEO. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved

Key-words

- Class II malocclusion.
- Skeletal class II.
- Sex-based dimorphism.
- Vertical dimension.

Introduction

Class II is the most frequent type of malocclusion in Lebanon and also one of the most frequent world-wide, with a prevalence of 19.1% [1]. It may be associated with specific hereditary and/or environmental factors. Most moderate skeletal Class II malocclusions are considered to be of hereditary origin; some cases are attributed to specific factors, while severe cases correspond to hereditary Class II aggravated by environmental factors [2].

Rothstein [3] noted differences between men and women as regards the presentation of the Class II, with variations in results depending on the age groups concerned. Kolohita et al. [4] showed that only the upper facial height was greater in girls in Class II division 1. However, Al-Khateeb [5], Isik et al. [6], Brezniak et al. [7] and Panherz [8] found no significant difference between males and females with this type of malocclusion.

It might be assumed that individuals with the same type of malocclusion would possess the same cephalometric characteristics, and that these characteristics would be clearly different from those associated with a so-called normal occlusion or another type of malocclusion. This hypothesis is now considered obsolete [9] and authors refer rather to morphological variations in the maxillofacial complex.

Many studies have attempted to identify a relationship between the cranial base configuration and the establishment

inférieure présente une position sagittale plus distale. Les sujets hyperdivergents présentent une croissance alvéolaire postérieure plus importante, une position mandibulaire plus rétrusive et des dimensions mandibulaires plus réduites par rapport aux deux autres sous-groupes verticaux.

Conclusion : La base du crâne contribue à l'établissement de la classe II et la rétrusion mandibulaire ne peut pas être considérée comme caractéristique commune à la classe II squelettique. La diminution de la longueur absolue du corps mandibulaire correspond au deuxième facteur étiologique le plus fréquent dans l'échantillon de classe II étudié. La majorité des individus ayant une classe II squelettique présentent une classe II dentaire associée et la dimension verticale influence le schéma squelettique de classe II.

© 2017 CEO. Édité par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés

Mots-clés

- Malocclusion de classe II.
- Classe II squelettique.
- Dimorphisme sexuel.
- Dimension verticale.

Introduction

La classe II est la malocclusion la plus fréquente au Liban, elle est aussi l'une des plus importantes dans le monde et correspond à une prévalence de 19,1 % [1]. Elle peut être associée à des facteurs spécifiques héréditaires et/ou environnementaux. La majorité des malocclusions squelettiques de classe II de sévérité modérée est considérée d'origine héréditaire ; quelques cas sont attribués à des facteurs spécifiques alors que les cas sévères correspondent à une classe II héréditaire aggravée par des facteurs environnementaux [2].

Rothstein [3] a noté des différences entre les hommes et les femmes au niveau de la configuration de la classe II avec une variation des résultats selon les tranches d'âges considérées. Kolohita et al. [4] ont démontré que seulement la hauteur faciale supérieure chez les sujets présentant une classe II division 1 était plus importante chez les filles. Cependant, Al-Khateeb [5], Isik et al. [6], Brezniak et al. [7] et Panherz [8] n'ont pas trouvé de différence significative entre les hommes et femmes présentant ce type de malocclusion.

On pourrait assumer que des individus ayant le même type de malocclusion partagent les mêmes caractéristiques céphalométriques et que ces caractéristiques sont nettement différentes d'une occlusion dite normale ou d'un autre type de malocclusion. Cette hypothèse était considérée comme obsolète [9] et on évoque plutôt des variations morphologiques au niveau du complexe maxillofacial.

Beaucoup d'études ont essayé de rechercher un rapport entre la configuration de la base du crâne et l'établissement de la

of a Class II malocclusion. El-Batran et al. [10] showed that the cranial base was an important and even decisive factor in determining the sagittal position of the bony bases. Andria et al. [11], Giuntinia and Baccetti [12] and Rothstein [3] have shown that the cranial base could contribute to mandibular retrognathism. However, other authors have not found any association between the cranial base angle and the type of malocclusion [13–16].

The sagittal position of the maxilla in Class II subjects is still a debated topic. Some studies have shown maxillary protrusion in boys and girls in Class II division 1 [3,5,17–19], while others found that the maxilla was in a normal sagittal position [20–23]. A few articles have also proved that the maxillary length was increased in Class II malocclusions [24,25].

Skeletal Class II malocclusions have often been associated with mandibular retrusion [5,7,17,20–22,26]. Craig [27] showed that the points representing the anterior part of the mandibular symphysis, i.e. B, Pog and Gn, were 4 to 5 mm more posterior in a Class II division 1 pattern. However, neither the position nor the dimension of the mandible are the object of consensus. Thus, Maj et al. [28], Rosenblum [25], Rothstein [3], Ishii et al. [17] and Reismeijer et al. [18] have shown that the size of the mandible is rarely responsible for the development of a Class II malocclusion.

Concerning the lower incisors, some authors have suggested that they may occupy a more distal position in cases of Class II division 1 [27,29]. However, other authors, notably Hassan [19], Sayin [22], and Qamar et al. [23] noted that the lower incisors were in a more anterior position in Class II subjects. Regarding the axial orientation, Ishii et al. [17] considered that the lower incisors were more proclined in the permanent dentition. Compared to Class II division 2 Hedges [30] and Brezniak et al. [7] noted retropositioning of the mandibular incisor, while Al-Khateeb [5] found that its axis was identical to that of a Class I control group.

In addition, the vertical dimension may contribute to the development of a Class II malocclusion. Schudy [31] showed that excessive alveolar growth of only 2 mm at the level of the first maxillary molar could be responsible for the development of a Class II malocclusion in a patient who was normal as regards the sagittal position of the first upper molar and mandibular topography and dimensions.

More recent studies have discussed the influence of the vertical dimension on the establishment of a Class II division 1 pattern. Kolohita et al. [4], Reismeijer et al. [18], Sayin [22], and Fushima et al. [32] found that men and women in Class II presented a tendency towards a vertical facial topology. Concerning Class II division 2, many studies have shown a reduction in anterior facial height with anterior rotation of the mandible [8,33].

El-Batran et al. [10] ont montré que la base du crâne était un facteur important, décisif même dans la détermination de la position sagittale des bases osseuses. Andria et al. [11], Giuntinia et Baccetti [12] et Rothstein [3] ont démontré que la base du crâne pouvait contribuer à la rétrognathie mandibulaire. Cependant, d'autres auteurs n'ont pas trouvé d'association entre l'angle de la base du crâne et le type de malocclusion [13–16].

La position sagittale du maxillaire chez les sujets présentant une classe II reste litigieuse. Quelques études ont démontré une protrusion maxillaire chez les garçons et les filles présentant une classe II division 1 [3,5,17–19], alors que d'autres ont trouvé que le maxillaire présentait une position sagittale normale [20–23]. Par ailleurs, quelques articles ont prouvé que la longueur du maxillaire était augmentée dans les malocclusions de classe II [24,25].

La classe II squelettique a souvent été associée à une rétrusion mandibulaire [5,7,17,20–22,26]. Craig [27] a démontré que les points représentant la partie antérieure de la symphyse mandibulaire, soit B, Pog et Gn, étaient de 4 à 5 mm plus postérieurs dans le schéma de classe II division 1. Cependant, ni la position, ni la dimension de la mandibule ne présentent un constat unanime. Ainsi, Maj et al. [28], Rosenblum [25], Rothstein [3], Ishii et al. [17] et Reismeijer et al. [18] ont démontré que la dimension de la mandibule était rarement incriminée dans le développement de la classe II.

Au niveau des incisives mandibulaires, certains auteurs ont suggéré que celles-ci occupaient une position plus distale dans les cas de classe II division 1 [27,29]. Toutefois, d'autres auteurs ont trouvé que les incisives inférieures occupaient une position plus antérieure dans les classes II notamment Hassan [19], Sayin [22] et Qamar et al. [23]. Au niveau axial, Ishii et al. [17] ont trouvé que les incisives inférieures étaient plus labioversées en denture permanente. Par rapport aux classes II division 2, Hedges [30] et Brezniak et al. [7] ont trouvé que l'incisive inférieure est en rétroposition, alors qu'Al-Khateeb [5] a démontré qu'elle présentait un axe identique à celui du groupe témoin de classe I.

Par ailleurs, la dimension verticale peut aussi contribuer à l'établissement de la classe II. Schudy [31] a montré qu'une croissance alvéolaire excessive de seulement 2 mm au niveau de la première molaire maxillaire serait responsable de l'établissement d'une classe II chez un patient présentant une normalité au niveau de la position sagittale de la première molaire maxillaire, de la topographie et de la dimension mandibulaire.

Des études plus récentes ont discuté l'influence de la dimension verticale sur l'établissement de la classe II division 1. Kolohita et al. [4], Reismeijer et al. [18], Sayin [22], et Fushima et al. [32] ont trouvé que les hommes et les femmes ayant une classe II présentaient une tendance vers une typologie faciale verticale. Au niveau de la classe II division 2, de nombreuses études ont démontré une réduction de la hauteur faciale antérieure avec une rotation antérieure de la mandibule [8,33].

A review of recent and updated literature shows that, as yet, there is no conclusive result concerning the quantitative and qualitative evaluation of skeletal Class II morphology. The main aim of our study was to analyze the contribution of the maxilla and/or mandible to the establishment of a skeletal Class II malocclusion in an adult Lebanese population. Secondary aims were to detect the presence of sex-based dimorphism and to study the influence of the vertical dimension on the Class II skeletal pattern.

Material and methods

A sample of 90 subjects was chosen from among the population of patients of the Orthodontics Department of the School of Dental Medicine of the Saint-Joseph University in Beirut, Lebanon (Table I).

Inclusion criteria:

- ANB > 4° [34];
- Ao-Bo > 0 mm for males and > 1 mm for females [35];
- Lebanese individuals;
- age over 18;
- lateral headfilms in occlusion with lips in a resting position;
- upper and lower permanent 1st molars, left or right, present and in good condition as shown by panoramic X-ray.

Exclusion criteria:

- systemic disease or craniofacial syndromes;
 - history of facial trauma or maxillofacial surgery;
 - facial asymmetry;
 - previous orthodontic treatment (fixed or mobile appliances);
 - missing teeth (agenesis or extractions), impacted teeth, supernumerary teeth as shown by panoramic X-ray;
 - poor lateral headfilms.
- For each subject, the orthodontic case file, the lateral headfilm and the panorex were examined so as to verify the inclusion criteria.

Table I

Distribution of sample subjects.

	Women/ <i>Femmes</i>			Men/ <i>Hommes</i>		
ANB > 4°	Ao-Bo > 1 mm			Ao-Bo > 0 mm		
	45					
	FMA < 22°	22° ≤ FMA ≤ 28°	FMA > 28°	FMA < 22°	22° ≤ FMA ≤ 28°	FMA > 28°

La revue de la littérature récente et mise à jour montre qu'il n'existe pas encore un résultat conclusif quant à l'évaluation qualitative et quantitative de la morphologie de la classe II squelettique. L'objectif primaire de notre étude était d'analyser la contribution maxillaire et/ou mandibulaire à l'établissement de la malocclusion squelettique de classe II dans une population libanaise adulte. Les objectifs secondaires consistaient à discerner la présence d'un dimorphisme sexuel, et à étudier l'influence de la dimension verticale sur le schéma squelettique de classe II.

Matériel et méthodes

Un échantillon de 90 sujets a été choisi à partir de la population de patients du département d'orthodontie de la faculté de médecine dentaire de l'université Saint-Joseph de Beyrouth au Liban (Tableau I).

Critères d'inclusion :

- ANB > 4° [34] ;
- Ao-Bo > 0 mm pour les hommes et >1 mm pour les femmes [35] ;
- individus libanais ;
- individus âgés de plus de 18 ans ;
- téléradiographies en occlusion avec les lèvres au repos ;

— 1^{res} molaires permanentes supérieures et inférieures, droites ou gauches, présentes et en bon état comme évaluées sur le cliché panoramique.

Critères d'exclusion :

- maladies systémiques ou syndromes craniofaciaux ;
- historique de trauma facial ou de chirurgie maxillofaciale ;
- asymétrie faciale ;
- traitement orthodontique antérieur (fixe ou amovible) ;

— dents absentes (agénésies ou extractions), inclusions, dents surnuméraires comme évaluées sur le cliché panoramique ;

— téléradiographies en mauvais état.

Pour chaque sujet sélectionné le dossier orthodontique, la téléradiographie de profil et le cliché panoramique ont été examinés afin d'évaluer les critères d'inclusion.

Tableau I

La distribution des sujets de l'échantillon.

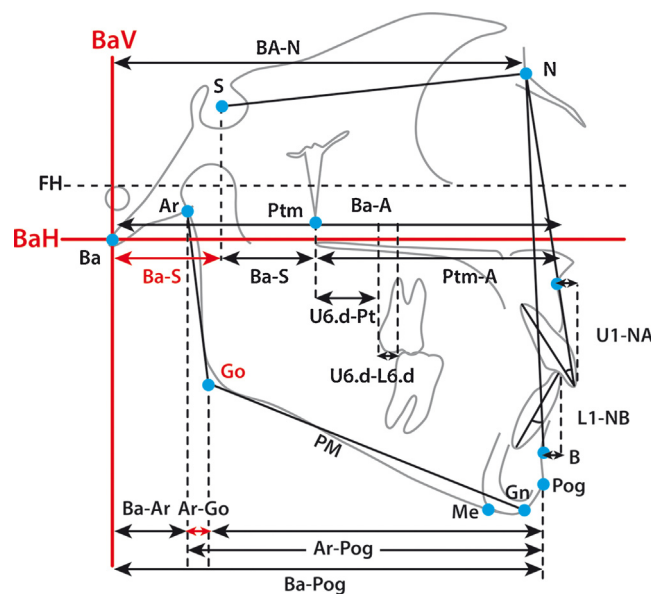


Fig. 1: Reference lines in the sagittal dimension.
Fig. 1 : Les lignes de référence construites au niveau sagittal.

Headfilms were all taken in the Radiology department of the Saint-Joseph University in Beirut with the same device and in the same technical conditions. They were obtained in standard conditions, with the patient standing, head oriented according to a true horizontal, teeth in occlusion and lips in a resting position.

They were all processed using Dolphin® software (Dolphin Imaging™ 2006 (Version 10.5, Build 65)). Cephalometric tracings were divided into a system of rectilinear coordinates originating from the Basion point as proposed by Coben [36–38]. Lines parallel to the Frankfurt plane represent the X-axis, those perpendicular to (FH) the Y-axis. Facial depth corresponds to the distance in mm as measured from point Ba along one of the X-axes. Facial height corresponds to the distance in mm measured along one of the Y-axes.

The sagittal and vertical skeletal reference lines are successively illustrated in *figs. 1 and 2*. Absolute measurements were divided by 1.25, a figure corresponding to the enlargement of the radiograms as delivered by the supplier. These measurements are shown in *Table II*.

Results

The data obtained were processed using “SPSS for Windows” software (version 16.0). The threshold of significance adopted corresponds to $P \leq 0.05$.

Les téléradiographies ont toutes été prises au département de radiologie de l’université Saint-Joseph de Beyrouth avec le même appareillage et dans les mêmes conditions techniques. Elles ont été réalisées dans des conditions standard ayant le patient debout avec la tête orientée selon la vraie horizontale, les dents étant en occlusion et les lèvres au repos.

Toutes les téléradiographies ont été traitées par le logiciel Dolphin® (Dolphin Imaging™ 2006 [Version 10.5, Build 65]). Les tracés céphalométriques ont été divisés en un système de coordonnées rectilinéaire ayant pour origine le point Basion établi par Coben [36–38]. Les lignes parallèles au plan de Francfort représentent les axes des abscisses, et celles perpendiculaires à (FH) les axes des ordonnées. La profondeur faciale correspondait à la distance en mm mesurée depuis le point Ba le long d’un des axes des abscisses. La hauteur faciale correspond à la distance en millimètres mesurée le long d’un des axes des ordonnées.

Les lignes de référence construites au niveau squelettique sagittal et vertical sont successivement illustrées sur les *fig. 1 et 2*. Les mesures absolues ont été divisées par 1,25 chiffre qui correspond à l’agrandissement de la radiographie tel que fixé par le fabricant. Les mesures sont illustrées dans le *Tableau II*.

Résultats

Le traitement des données recueillies a été effectué à l’aide du logiciel « SPSS for Windows » (version 16.0). Le seuil de signification retenu correspondait à $p \leq 0,05$.

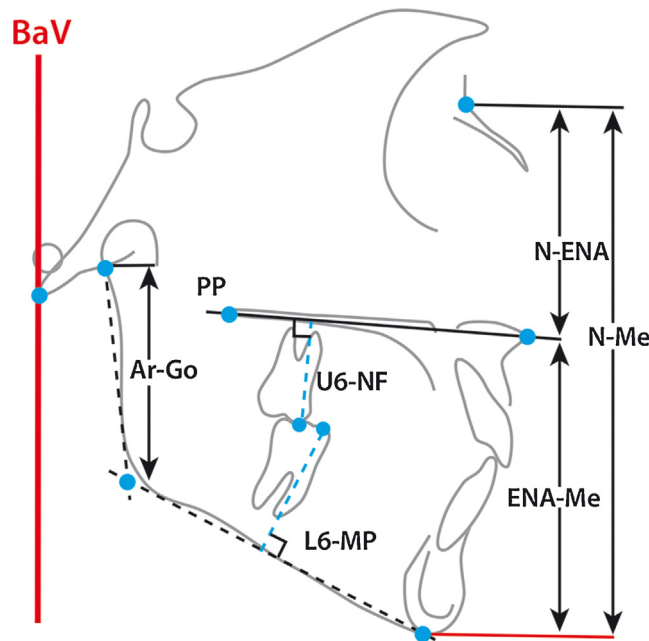


Fig. 2: Reference lines in the vertical dimension.

Fig. 2 : Les lignes de référence construites au niveau vertical.

Descriptive study of Class II

The descriptive analysis of the sub-groups is presented in [Table III](#). The *t*-test for independent samples was used to compare each variable with the normal value. At the same time, the percentage of males and females with cranial ([fig. 3](#)), maxillary and mandibular ([fig. 4](#)) and dental parameters differing significantly from normal values was calculated.

The results obtained are presented first in terms of the sagittal dimension (cranial base, maxilla, mandible, dentition) and then the vertical dimension (skeletal base and dentition).

Sagittal dimension

On the level of the cranial base, the study showed that the total effective depth (Ba-N) was greater than normal for both sexes. The effective depth of the posterior fragment of the cranial base (Ba-S/Ba-N) was increased in males but reduced in females. The percentage of women with a Ba-S/Ba-N value greater than normal was 68.89% ([fig. 3](#)). The cranial base angle was normal for both sexes while the cant of the anterior fragment (SN-BaH) was increased by 3° on average for both Class II sub-groups.

On the level of the maxilla, analysis of the distribution of the sagittal parameters showed that all the variables describing

Étude descriptive de la classe II

L'analyse descriptive des sous-groupes figure au [Tableau III](#). Le test-*t* des échantillons indépendants a été utilisé afin de comparer chaque variable à la valeur normale. Par ailleurs, le pourcentage d'hommes et de femmes présentant des paramètres crâniens ([fig. 3](#)), maxillaires, mandibulaires ([fig. 4](#)) et dentaires significativement différents par rapport à la normale a été calculé.

Les résultats obtenus sont exposés au niveau de la dimension sagittale d'abord (base du crâne, maxillaire, mandibulaire, denture), puis au niveau de la dimension verticale (base squelettique et denture).

La dimension sagittale

Au niveau de la base du crâne, l'étude a montré que la profondeur effective totale (Ba-N) était augmentée par rapport à la normale pour les deux sexes. La profondeur effective du fragment postérieur de la base du crâne (Ba-S/Ba-N) était augmentée chez les hommes mais réduite chez les femmes et le pourcentage de femmes présentant une valeur de Ba-S/Ba-N supérieure à la normale était de 68,89 % ([fig. 3](#)). L'angle de la base du crâne était normal pour les deux sexes, alors que l'inclinaison du fragment antérieur (SN-BaH) était augmentée de 3° en moyenne dans les deux sous-groupes de classe II.

Au niveau du maxillaire, l'étude de la distribution des paramètres sagittaux a montré que toutes les variables décrivant

Table II

Cephalometric measurements used in the study.

Tableau II

Les mesures céphalométriques utilisées dans l'étude.

	Measurement/ <i>Mesures</i>	Units/ <i>Unités</i>	Norms/ <i>Normes</i>	
			Women/ <i>Femmes</i>	Men/ <i>Hommes</i>
Sagittal				
Cranial base/ <i>Base du crâne</i>	Ba-N	mm	90 ± 3.5	92.8 ± 3.9
	Ba-S	% Ba-N	26.78 ± 1.7	24.89 ± 2.2
	Ba-S-N	°	131.3 ± 4.1	127.4 ± 4.7
	SN-BaH	°	6.4 ± 3.2	6.3 ± 3.2
Maxilla/ <i>Maxillaire</i>	S-Ptm	% Ba-N	22.11 ± 2.6	22.3 ± 1.9
	Ptm-A	% Ba-N	57.2 ± 0.6	55.93 ± 0.85
	Ba-A	% Ba-N	109 ± 0.4	104.93 ± 0.3
	SNA	°	82 ± 2	82 ± 2
Mandible/ <i>Mandibule</i>	Ar-Go L.A.	% Ba-N	56.2 ± 2.5	57.43 ± 2.65
	Go-Pog L.A.	% Ba-N	88.7 ± 1.6	89.24 ± 2.4
	Ba-Ar	% Ba-N	10.3 ± 1.7	9.37 ± 2.4
	Ar-Go	% Ba-N	9.6 ± 4	8.08 ± 4.54
	Go-Pog	% Ba-N	86.3 ± 2.5	84.81 ± 3.3
	Ar-Pog	% Ba-N	96 ± 3.5	92.89 ± 5.3
	Ba-Pog	% Ba-N	106.3 ± 2.9	102.37 ± 5.07
	SNB	°	80 ± 2	80 ± 2
Dental/ <i>Dentaire</i>	RI	°	9.9 ± 3.4	8.1 ± 4.7
	U6-Ptv	mm	18 ± 3	21 ± 3
	L6-U6	mm	-3 ± 3	-3 ± 3
	U1-NA	mm	4.3 ± 2.7	4.3 ± 2.7
	L1-NB	mm	4 ± 1.8	4 ± 1.8
	U1-NA	°	22.8 ± 5.7	22.8 ± 5.7
	L1-NB	°	25.3 ± 6	25.3 ± 6
Vertical				
Skeletal/ <i>Squelettique</i>	N-Me	mm	105.7 ± 6	116.3 ± 8.1
	N-ENA	% N-Me	45.8 ± 0.5	53.6 ± 3.2
	ENA-Me	% N-Me	54.1 ± 0.5	53.9 ± 0.43
	Ar-Go	% N-Me	40 ± 0.8	36.2 ± 0.94
Dental/ <i>Dentaire</i>	U6-NF	mm	23 ± 1.3	26.2 ± 2
	L6-MP	mm	32.1 ± 1.9	35.8 ± 2.6

Table III

Mean, standard deviation and significance of variables in the male and female sub-groups in skeletal CI II ($*P \leq 0.05$).

Tableau III

Moyenne, écart-type et signification des variables des sous-groupes d'hommes et de femmes présentant une CI II squelettique ($*p \leq 0,05$).

	Sex/ <i>Sexe</i>	<i>n</i>	Normal values/ <i>Valeurs normales</i>	Mean/ <i>Moyenne</i>	Standard deviation/ <i>Écart-type</i>	Significance/ <i>Signification</i>
Ba-N	Male/ <i>Homme</i>	45	92.8 ± 3.9	98.258	6.912	0.000*
	Female/ <i>Femme</i>	45	90 ± 3.5	93.489	7.620	0.004*
Ba-S/Ba-N	Male/ <i>Homme</i>	45	24.89 ± 2.2	25.240	2.845	0.001*
	Female/ <i>Femme</i>	45	26.78 ± 1.7	24.611	2.535	0.000*
Ba-S-N	Male/ <i>Homme</i>	45	130 ± 6	130.853	5.341	0.171
	Female/ <i>Femme</i>	45	130 ± 6	130.222	5.198	0.171
SN-BaH	Male/ <i>Homme</i>	45	6.3 ± 3.2	9.48	3.176	0.000*
	Female/ <i>Femme</i>	45	6.4 ± 3.2	9.3	2.865	0.000*
Ba-A/Ba-N	Male/ <i>Homme</i>	45	104.93 ± 0.3	104	9.903	0.515
	Female/ <i>Femme</i>	45	109 ± 0.4	111	10.2	0.301
S-Ptm/Ba-N	Male/ <i>Homme</i>	45	22.3 ± 1.9	21.542	3.891	0.198
	Female/ <i>Femme</i>	45	22.11 ± 2.6	22.893	3.070	0.094
Ptm-A/Ba-N	Male/ <i>Homme</i>	45	55.93 ± 0.85	56.693	6.731	0.451
	Female/ <i>Femme</i>	45	57.2 ± 0.6	61.244	6.923	0.000*
SNA	Male/ <i>Homme</i>	45	82 ± 2	81.818	3.229	0.707
	Female/ <i>Femme</i>	45	82 ± 2	83.131	3.877	0.057
Ba-Pog/Ba-N	Male/ <i>Homme</i>	45	102.37 ± 5.07	95.171	11.4	0.000*
	Female/ <i>Femme</i>	45	106.3 ± 2.9	101	11.4	0.002*
Ba-Ar/Ba-N	Male/ <i>Homme</i>	45	9.37 ± 2.4	7.982	2.531	0.001*
	Female/ <i>Femme</i>	45	10.3 ± 1.7	9.441	3.153	0.074
Ar-Go L.A./Ba-N	Male/ <i>Homme</i>	45	57.43 ± 2.65	56.164	7.542	0.266
	Female/ <i>Femme</i>	45	56.2 ± 2.5	57.377	7.321	0.287
Ar-Go/Ba-N	Male/ <i>Homme</i>	45	8.08 ± 4.54	8.212	5.748	0.878
	Female/ <i>Femme</i>	45	9.6 ± 4	10.803	6.725	0.237
Go-Pog L.A./Ba-N	Male/ <i>Homme</i>	45	89.24 ± 2.4	82.182	10.3	0.000*
	Female/ <i>Femme</i>	45	88.7 ± 1.6	84.334	10.7	0.009*
Go-Pog/Ba-N	Male/ <i>Homme</i>	45	84.81 ± 3.3	78.982	10.5	0.001*
	Female/ <i>Femme</i>	45	86.3 ± 2.5	80.444	11	0.001*
Ar-Pog/Ba-N	Male/ <i>Homme</i>	45	92.89 ± 5.3	87.202	11.6	0.002*
	Female/ <i>Femme</i>	45	96 ± 3.5	91.256	12.1	0.012*
SNB	Male/ <i>Homme</i>	45	80 ± 2	75.869	3.142	0.000*
	Female/ <i>Femme</i>	45	80 ± 2	76.913	3.717	0.000*

Table III

Mean, standard deviation and significance of variables in the male and female sub-groups in skeletal CI II (* $P \leq 0.05$). (following)

Tableau III

Moyenne, écart-type et signification des variables des sous-groupes d'hommes et de femmes présentant une CI II squelettique ($p \leq 0,05$). (suite)

	Sex/Sexe	n	Normal values/ Valeurs normales	Mean/ Moyenne	Standard deviation/ Écart-type	Significance/ Signification
RI	Male/Homme	45	8.1 ± 4.7	8.182	5.375	0.919
	Female/Femme	45	9.9 ± 3.4	10.824	6.285	0.329
U6-Ptv	Male/Homme	45	21 ± 3	19.938	4.835	0.06
	Female/Femme	45	18 ± 3	19.089	4.519	0.113
U6-L6	Male/Homme	45	-3 ± 3	-1.54	2.267	0.000*
	Female/Femme	45	-3 ± 3	-1.52	2.624	0.000*
U1-NA (°)	Male/Homme	45	22.8 ± 5.7	16.771	10.016	0.000*
	Female/Femme	45	22.8 ± 5.7	16.571	10.540	0.000*
U1-NA (mm)	Male/Homme	45	4.3 ± 2.7	2.307	3.945	0.001*
	Female/Femme	45	4.3 ± 2.7	2.487	3.819	0.003*
L1-NB (°)	Male/Homme	45	25.3 ± 6	23.32	7.053	0.066
	Female/Femme	45	25.3 ± 6	29.844	7.328	0.000*
L1-NB (mm)	Male/Homme	45	4 ± 1.8	5.593	3.404	0.003*
	Female/Femme	45	4 ± 1.8	6.829	3.228	0.000*
N-ENA/N-Me	Male/Homme	45	53.6 ± 3.2	44.075	3.224	0.000*
	Female/Femme	45	45.8 ± 0.5	45.125	2.858	0.12
ENA-Me/N-Me	Male/Homme	45	53.9 ± 0.43	55.925	3.223	0.000*
	Female/Femme	45	54.1 ± 0.5	54.875	2.858	0.076
Ar-Go/N-Me	Male/Homme	45	36.2 ± 0.94	42.141	4.679	0.000*
	Female/Femme	45	40 ± 0.8	43.475	5.037	0.000*
U6-NF (mm)	Male/Homme	45	26.2 ± 2	26.371	2.965	0.701
	Female/Femme	45	23 ± 1.3	23.798	3.434	0.126
L6-MP (mm)	Male/Homme	45	35.8 ± 2.6	34.604	1.196	0.13
	Female/Femme	45	32.1 ± 1.9	31.569	0.531	0.15

the maxilla were normal except for those concerning the effective maxillary depth (Ptm-A/Ba-N) in women: about 67% of female subjects had a significantly higher Ptm-A/Ba-N value.

On the level of the mandible, a reduction of the total effective depth of the lower third (Ba-Pog/Ba-N) could be noted in 7.2% of males and 5.3% of females in Class II compared to normal values (Table III). Parameter Ba-Ar/Ba-N, relating to the antero-posterior position of the mandible, was reduced only

le maxillaire présentaient des valeurs normales sauf celle relative à la profondeur effective du maxillaire (Ptm-A/Ba-N) chez les femmes : environ 67 % des femmes présentaient une valeur de Ptm-A/Ba-N significativement plus importante. Au niveau de la mandibule, on a noté une diminution de la profondeur effective totale de l'étage inférieur (Ba-Pog/Ba-N) de 7,2 % chez les hommes et de 5,3 % chez les femmes présentant une classe II par rapport aux valeurs normales (Tableau III). Le paramètre Ba-Ar/Ba-N, relatif à la position

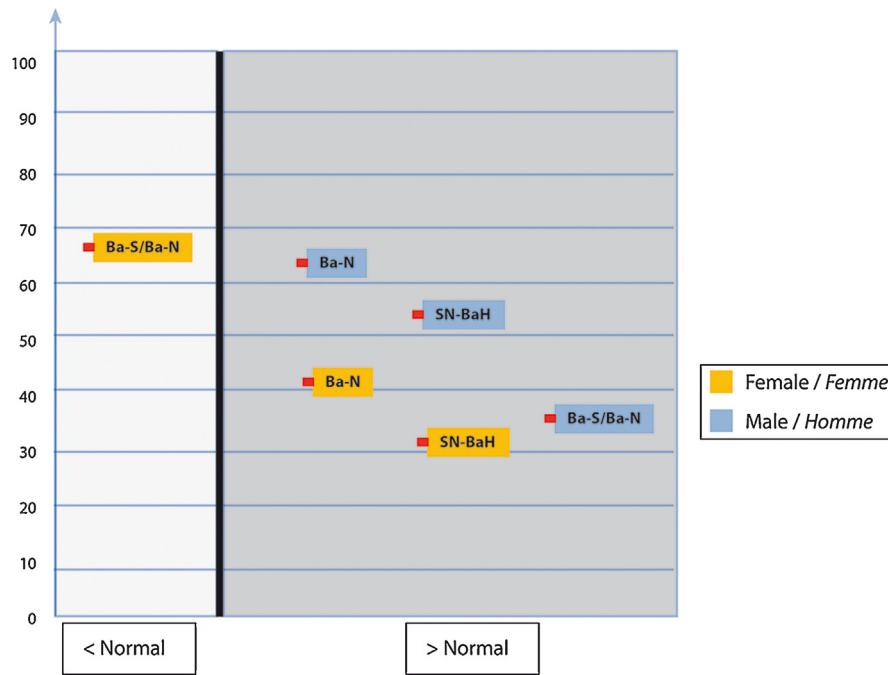


Fig. 3: Percentages of men and women displaying significant variations of cranial parameters.
Fig. 3 : Pourcentages des hommes et des femmes présentant une variation significative des paramètres crâniens.

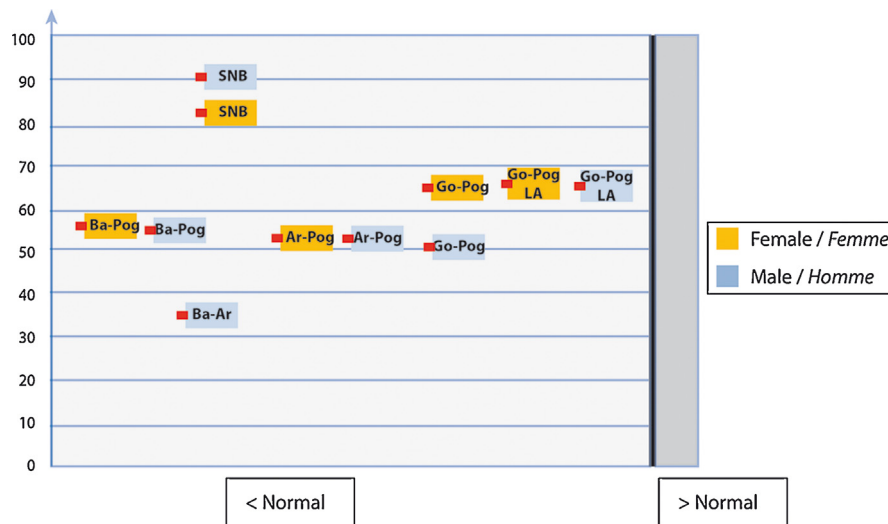


Fig. 4: Percentages of men and women with mandibular parameters differing significantly from normal values (all variables except SNB are percentages of Ba-N).
Fig. 4 : Pourcentages des hommes et des femmes présentant des paramètres mandibulaires significativement différents par rapport à la normale (toutes les variables sauf SNB sont des pourcentages de Ba-N).

for males; however, the SNB angle was reduced for both sexes, in fact for 82% of females and 91% of males, as shown in *fig. 4*.

Moreover, the effective contribution of the mandible to the depth of the lower third, represented by parameter Ar-Pog/Ba-N, was reduced in the two Class II sub-groups. Thus, the effective contribution of the mandibular body to the depth of the lower third (Go-Pog/Ba-N) and the absolute length of the mandibular body (Go-Pog L.A./Ba-N) were reduced for both sexes, Go-Pog L.A./Ba-N being lower than normal for 65% of both men and women (*fig. 4*).

However, the parameters relating to the mandibular ramus displayed normal values for both the sub-groups of Class II. Thus, Ar-Go/Ba-N, Ar-Go L.A./Ba-N and RI, relating successively to the depth, length and angle of the ramus were all normal.

On the level of the teeth, the upper molar was normally positioned with respect to the sagittal plane since distance U6-Ptv was normal. Distance U6-L6 (in absolute terms) was reduced in both sub-groups; this was the case for 82.2% of subjects in the study. The upper incisors were retruded and positioned more distally for both sexes; this was shown by the reduction in the angle and distance U1-NA. The lower incisors had a more anterior position, with an increase in the distance L1-NB. Study of the axes of the lower incisors showed that these teeth were protruded for 28% of the sample, normal for 59% and retruded for 13%.

Vertical dimension

On the skeletal level, the effective anterior height of the middle third (N-ENA/N-Me) was reduced for male subjects, and the effective anterior height of the lower third (ENA-Me/N-Me) was increased. In contrast, these values were normal for females. The effective height of the ramus (Ar-Go/N-Me) was increased for both sexes.

On the dental level, the first upper and lower molars were in a normal vertical position in the study population.

Study of the gender factor

The t-test for independent samples was used to compare the sub-groups of men and women. The parameters featuring a significant difference are presented in *Table IV*. It should be noted that the values of variables Ba-A/Ba-N, RI, U6-NF and L6-MP differ according to sex, but the averages are not significantly different from normal values.

antéropostérieure de la mandibule, était diminué chez les hommes seulement ; cependant, l'angle SNB était diminué pour les deux sexes, en l'occurrence chez 82 % des femmes et 91 % des hommes comme le montre la *fig. 4*.

Par ailleurs, la contribution effective de la mandibule à la profondeur de l'étage inférieur représentée par le paramètre Ar-Pog/Ba-N était diminuée dans les deux sous-groupes de classe II. Aussi, la contribution effective du corps mandibulaire à la profondeur de l'étage inférieur (Go-Pog/Ba-N) ainsi que la longueur absolue du corps mandibulaire (Go-Pog L.A./Ba-N) étaient pour les deux sexes. Go-Pog L.A./Ba-N était diminué chez 65 % des hommes et des femmes (*fig. 4*).

Cependant, les paramètres relatifs à l'évaluation de la branche montante mandibulaire présentaient des valeurs normales pour les deux sous-groupes de classe II. Ainsi, Ar-Go/Ba-N, Ar-Go L.A./Ba-N et RI décrivant successivement la profondeur, la longueur et l'inclinaison de la branche étaient tous de norme.

Au niveau dentaire, la molaire supérieure était en position normale au niveau du plan sagittal vu que la distance U6-Ptv était normale. La distance U6-L6 (en valeur absolue) était diminuée dans les deux sous-groupes ; ceci était vrai pour 82,2 % des sujets de l'échantillon. Les incisives supérieures étaient rétrusives et présentaient une position plus distale chez les deux sexes ; ceci était marqué par la réduction des valeurs de l'angle et de la distance U1-NA. Les incisives inférieures présentaient une position plus antérieure avec augmentation de la distance L1-NB. L'étude de l'axe des incisives inférieures a montré que celles-ci étaient protrusives chez 28 % de l'échantillon, normales chez 59 % et rétrusives chez 13 %.

La dimension verticale

Au niveau squelettique, la hauteur effective de l'étage moyen antérieurement (N-ENA/N-Me) était réduite chez les hommes et la hauteur effective de l'étage inférieur antérieurement (ENA-Me/N-Me) était augmentée. Ces deux paramètres présentent par contre une valeur normale chez les femmes. En outre, la hauteur effective de la branche montante (Ar-Go/N-Me) était augmentée pour les deux sexes.

Au niveau dentaire, les premières molaires maxillaire et mandibulaire présentaient une position verticale normale dans l'échantillon étudié.

Étude du facteur sexe

Le test-t des échantillons indépendants a été utilisé afin de comparer les sous-groupes d'hommes et de femmes. Les paramètres présentant une différence significative figurent au *Tableau IV*. Il est à noter que les valeurs des variables Ba-A/Ba-N, RI, U6-NF et L6-MP diffèrent selon le sexe, mais leurs moyennes ne présentent pas de variation significative par rapport à la normale.

Table IV

Parameters presenting a significant difference between men and women ($P \leq 0.05$).

	Sex/Sexe	n	Significance/Signification
Ba-N	Male/Homme	45	0.003
	Female/Femme	45	
Ptm-A/Ba-N	Male/Homme	45	0.002
	Female/Femme	45	
Ba-A/Ba-N	Male/Homme	45	0.002
	Female/Femme	45	
Ba-Pog/Ba-N	Male/Homme	45	0.024
	Female/Femme	45	
Ba-Ar/Ba-N	Male/Homme	45	0.018
	Female/Femme	45	
RI	Male/Homme	45	0.035
	Female/Femme	45	
LI-NB (°)	Male/Homme	45	0.000
	Female/Femme	45	
U6-NF (mm)	Male/Homme	45	0.000
	Female/Femme	45	
L6-MP (mm)	Male/Homme	45	0.000
	Female/Femme	45	

Tableau IV

Les paramètres présentant une différence significative entre les hommes et les femmes ($p \leq 0,05$).

Study of the influence of vertical typology on Class II

The average and standard deviation for each variable were calculated in each of the sub-groups defined according to vertical typology. The ANOVA test was used to detect any differences between the sub-groups. Scheffe's Posthoc test was then applied to compare vertical typologies one with another with a confidence interval of 95%. The comparative study of variables according to vertical typology is presented in [Table V](#). Only those parameters displaying a significant difference ($P \leq 0.05$) are shown ([Table V](#)).

On the maxillary level, SNA was the only parameter displaying a difference between the sub-groups, with a reduction in hyperdivergent subjects.

On the mandibular level, SNB, Ba-Pog/Ba-N, Go-Pog/Ba-N and Ar-Pog/Ba-N were lower in hyperdivergent subjects.

Étude de l'influence de la typologie verticale sur la classe II

La moyenne et l'écart-type de chaque variable ont été calculés pour chacun des sous-groupes comme répartis selon la typologie verticale. Le test d'Anova a été utilisé afin de détecter s'il existait des différences entre les sous-groupes. Le test post-hoc de Scheffe a permis par la suite de comparer les typologies verticales entre elles avec un intervalle de confiance de 95 %. L'étude comparative des variables selon la typologie verticale est illustrée par le [Tableau V](#). Seuls les paramètres présentant une différence significative ont été retenus ($p \leq 0,05$) ([Tableau V](#)).

Au niveau maxillaire, SNA était le seul paramètre présentant une différence entre les sous-groupes avec une réduction chez les sujets hyperdivergents.

Au niveau mandibulaire, SNB, Ba-Pog/Ba-N, Go-Pog/Ba-N et Ar-Pog/Ba-N étaient plus réduits chez les hyperdivergents.

Table V

Comparative study of variables according to vertical typology. Only parameters presenting a significant difference are shown ($P \leq 0.05$).

Tableau V

Étude comparative des variables selon la typologie verticale. Seuls les paramètres présentant une différence significative ont été retenus ($p \leq 0,05$).

Dependent variable/ <i>Variable dépendante</i>	(I) typology/ <i>(I) typologie</i>	(J) typology/ <i>(J) typologie</i>	Difference between means (I - J)/ <i>Différence de moyennes (I - J)</i>	Significance/ <i>Signification</i>
FMA	Hypo	Normo	-6.780	0.000
		Hyper	-14.563	0.000
	Normo	Hypo	6.780	0.000
		Hyper	-7.783	0.000
	Hyper	Hypo	14.563	0.000
		Normo	7.783	0.000
SNA	Hyper	Hypo	-2.553	0.02
		Normo	-2.400	0.031
SNB	Hyper	Hypo	-2.827	0.005
		Normo	-2.557	0.012
Ba-Pog/Ba-N	Hyper	Hypo	-11.276	0.001
		Normo	-8.360	0.014
Go-Pog/Ba-N	Hyper	Hypo	-10.465	0.000
		Normo	-7.949	0.01
Ar-Pog/Ba-N	Hyper	Hypo	-12.545	0.000
		Normo	-9.878	0.003
L1-NB mm	Hyper	Hypo	2.683	0.007
U1-NA mm	Hyper	Hypo	3.007	0.009
N-ENA/N-Me	Hyper	Hypo	-2.322	0.012
ENA-Me/N-Me	Hyper	Hypo	2.322	0.012
Ar-Go/N-Me	Hypo	Normo	3.434	0.017
		Hyper	4.437	0.001
U6-NF	Hyper	Hypo	2.463	0.019
L6-MP	Hyper	Hypo	1.267	0.048

On the dental level, the upper and lower central incisors were in a more anterior position in the hyperdivergent sub-group compared to hypodivergent subjects, and the upper and lower first molars were more extruded.

Study of intra-operator reproducibility

Fifteen headfilms chosen at random were retraced a month later by the same operator. Global reproducibility was

Au niveau dentaire, les incisives centrales supérieures et inférieures étaient en position plus antérieure dans le sous-groupe des hyperdivergents par rapport aux hypodivergents, et les premières molaires maxillaire et mandibulaire étaient plus égressées.

Étude de la reproductibilité intraopérateur

Quinze téléradiographies choisies au hasard ont été retracées, un mois plus tard, par le même opérateur. La

assessed using the Intraclass Correlation Coefficient ICC. The correlation rate was 99%.

Discussion

Since the aim of the study was to analyze the face in a system of rectilinear coordinates, the Coben coordinate system was used for analysis of the lateral telerradiograms. The advantage of this technique is that the face can be described in terms of proportions, allowing better appreciation of the various factors that can contribute to the establishment of a Class II malocclusion. This technique was used by Vallée-Cussac [42] to compare the cranio-facial architecture of a Class III sample with that of Coben's standard cranio-facial architecture. Rothstein [3], who used a system of coordinates described by Krogman, considered that the use of a coordinate system made it possible to avoid the serious problems that other methods inevitably entailed.

The articles dealing with Class II malocclusion suffer from shortcomings that can be attributed mainly to the material used in the first instance. For example:

- angle Class II was the only criterion of selection in the majority of studies cited, with the exception of that by Sayin [22], although only 2/3 of patients in Angle Class II-1 appear to suffer from associated skeletal dysmorphism [39];

- patient age is not always mentioned [30,40], and samples could consequently include both adult patients and others still in the growth phase;

- chronological rather than skeletal age was used during selection of the sample in all the studies except for those of Rothstein [3] and Rosenblum [25];

- sample sizes were sometimes small [24,30,33].

This is all the more significant in that difficulties inherent in the diagnosis of factors contributing to the establishment of a Class II malocclusion can be attributed to the methodology used. A recent study has revealed that an orthodontist was able to make the same diagnosis for the same patient with a Class II malocclusion in only 60% of cases: there were fewer discrepancies in the more severe cases and more in the moderate cases [41].

The diagnosis of Class II is normally based on analysis of the shape and dimension of the maxillary and mandibular bony bases, although the configuration of the cranial base may represent a significant etiological factor [43]. El-Batran et al. [10] showed that the absolute length of the cranial base (Ba-N) was increased in Class II subjects, with a positive correlation between Ba-N, facial depth and palate length. Our research gave similar results. However, in our study, both the absolute length (Ba-N) and the effective total depth of the cranial base (Ba-S/Ba-N) were measured. It should be noted that Ba-S/Ba-N varies as a function of Ba-N and the cant of the

reproductibilité globale a été analysée grâce au coefficient de corrélation ICC (Intraclass Correlation Coefficient). La corrélation était de 99 %.

Discussion

Le but de l'étude étant d'évaluer la face dans un système de coordonnées rectilinéaire, le système de coordonnées de Coben a été employé dans l'analyse des télerradiographies. L'avantage de cette technique est qu'elle permet de décrire la face en termes de proportions, permettant une meilleure appréciation des différents facteurs pouvant contribuer à l'établissement de la classe II. Cette technique a été employée par Vallée-Cussac [42] afin de comparer l'architecture craniofaciale d'un échantillon de classe III à l'architecture craniofaciale de référence de Coben. Rothstein [3], qui a employé un système de coordonnées décrit par Krogman considérait que l'utilisation d'un système de coordonnées permet de contourner les problèmes majeurs qui s'imposent dans les autres méthodologies.

Les articles traitant la malocclusion de classe II présentaient quelques défaillances qui peuvent être attribuées principalement au matériel utilisé en premier lieu. On peut citer :

- la classe II d'Angle, seul critère de sélection dans la majorité des études citées à l'exception de celle faite par Sayin [22] alors que, seulement 2/3 des patients ayant une classe II-1 d'Angle présenteraient une dysmorphose squelettique associée [39] ;

- l'âge des patients, pas toujours précisé [30,40], l'échantillon pouvant par conséquent regrouper des patients adultes et d'autres en cours de croissance ;

- l'âge chronologique et non squelettique considéré pendant la sélection de l'échantillon dans toutes les études sauf celles de Rothstein [3] et Rosenblum [25] ;

- la taille de l'échantillon parfois limitée [24,30,33].

Ceci est d'autant plus important que la difficulté inhérente au diagnostic des facteurs contribuant à l'établissement d'une malocclusion de classe II peut être attribuée à la méthodologie suivie. Une étude récente a démontré qu'un orthodontiste était capable d'établir le même diagnostic pour un même patient présentant une malocclusion de classe II seulement dans 60 % des cas ; le désaccord s'avérant moins prononcé dans les cas sévères et plus important dans les cas de sévérité modérée [41].

Le diagnostic de la classe II est classiquement orienté vers l'analyse de la forme et de la dimension des bases osseuses maxillaire et mandibulaire, alors que la configuration de la base du crâne peut constituer un facteur étiologique non négligeable [43]. El-Batran et al. [10] ont démontré que la longueur absolue totale de la base du crâne (Ba-N) était augmentée chez les sujets présentant une classe II, avec existence d'une corrélation positive entre Ba-N, la profondeur faciale et la longueur du palais. Les résultats obtenus dans notre étude sont concordants. Toutefois, dans la présente étude, la longueur absolue (Ba-N) ainsi que la profondeur

cranial base (Ba-S-N) [39]. The cranial base angle Ba-S-N measured in this study was normal for both males and females. This is in agreement with results obtained by other authors [3,14–16,21].

On the level of the cranial base, analysis of its anterior cant (SN-BaH) shows an increase of 3° compared with normal values in the sub-groups of men and women studied. Andria et al. [11] showed that there was a negative correlation between angle SN-BaH and the Y-axis of the face, which is a sagittal and vertical indicator of the position of the mandible. The larger the value of angle SN-BaH, the more acute is the angle of the Y-axis: this may be related to a more retrusive position of the mandible and/or facial hyperdivergence. However, no significant difference in cranial base parameters was noted between sub-groups defined according to vertical typology, suggesting that it is the increase in angle SN-BaH that has the greatest influence on the sagittal position of the mandible. Finally, in the sample studied, the effective depth of the posterior fragment of the cranial base (Ba-S/Ba-N) was increased in males but decreased in females; this can be attributed to the individual variation observed.

On the maxillary level, the depth of the middle third, measured from point Ba to point A parallel to (BaH), corresponds to the formula: $Ba-A/Ba-N = (Ba-S + S-Ptm + Ptm-A)/Ba-N$ [39]. In the Class II sample studied, Ba-A/Ba-N was normal for both sexes but increased in 52% of subjects in the sample, a percentage close to that calculated by Rosenblum [25]. This can be analyzed as follows: in males Ptm-A/Ba-N was increased, though not significantly, while S-Ptm/Ba-N was slightly lower than normal. Although this latter variation was not significant, it was sufficient to compensate for the increase in Ba-S and S-Ptm and give Ba-A/Ba-N a normal value, which also neutralizes the role of the maxilla in the establishment of a Class II malocclusion in males.

For females, Ba-A/Ba-N was normal. The increase in Ptm-A/Ba-N was offset by the reduction in the effective depth of the posterior part of the cranial base (Ba-S/Ba-N). These results contradict those of Sayin [22], who found that the effective length of the maxilla was decreased in females compared with the Class I controls. The different results in these two studies can be attributed to the fact that Savin calculated only the linear measurement of the maxilla rather than the maxillary length relative to the cranial base. As Ba-A/Ba-N and SNA were normal in the study sample it can be deduced that the maxilla was in a normal sagittal position. This is in line with the results obtained by Qamar et al. [23], Bishara [9], Isik et al. [6], Sayin [22], Ngan et al. [21], Mc Namara Jr [26] and Craig [27], but in contradiction with those of Reismeyer [18] and Rothstein [3]. The latter concluded that the maxilla was

effective totale de la base du crâne (Ba-S/Ba-N) ont été mesurés. À noter que Ba-S/Ba-N varie en fonction de Ba-N et de l'inclinaison de la base du crâne (Ba-S-N) [39]. L'angle de la base du crâne Ba-S-N mesuré dans l'étude présentait une valeur normale pour les hommes et les femmes. Ceci est en concordance avec les résultats obtenus par d'autres auteurs [3,14–16,21].

Au niveau de la base du crâne, l'analyse de son inclinaison antérieure (SN-BaH) a montré une augmentation de 3° par rapport aux valeurs normales dans les sous-groupes d'hommes et de femmes étudiés. Andria et al. [11] ont démontré que l'angle SN-BaH était en corrélation négative avec l'axe-Y de la face lequel constitue un indicateur sagittal et vertical de la position de la mandibule. Plus l'angle SN-BaH est large, plus l'axe-Y est aigu ; ceci pouvant être lié à une position plus rétrusive de la mandibule et/ou une hyperdivergence faciale. Cependant, aucune différence significative n'a été notée au niveau des paramètres de la base du crâne entre les sous-groupes comme répartis selon la typologie verticale, ce qui suggère une influence plus importante de l'augmentation de l'angle SN-BaH sur la position sagittale mandibulaire. Finalement, dans l'échantillon étudié, la profondeur effective du fragment postérieur de la base du crâne (Ba-S/Ba-N) était augmentée chez les hommes mais diminuée chez les femmes ; ceci peut être attribué à la variation individuelle observée.

Au niveau maxillaire, la profondeur de l'étage moyen, mesurée du point Ba au point A parallèlement à (BaH), correspond à la formule : $Ba-A/Ba-N = (Ba-S + S-Ptm + Ptm-A)/Ba-N$ [39]. Dans l'échantillon de classe II étudié, Ba-A/Ba-N était normal pour les deux sexes, mais augmenté chez 52 % des sujets de l'échantillon, pourcentage proche de celui calculé par Rosenblum [25]. Ceci peut être décrypté de la façon suivante : chez les hommes, Ptm-A/Ba-N était augmenté mais non significativement, cependant, S-Ptm/Ba-N était légèrement diminué par rapport à la normale. Bien que cette dernière variation ne soit pas significative, elle a été suffisante pour compenser l'augmentation de Ba-S et de S-Ptm, donnant à Ba-A/Ba-N une valeur normale qui a neutralisé de surcroît le rôle du maxillaire à l'établissement de la classe II chez les hommes.

Chez les femmes, Ba-A/Ba-N était normale. L'augmentation de Ptm-A/Ba-N a été compensée par la diminution de la profondeur effective de la partie postérieure de la base du crâne (Ba-S/Ba-N). Ces résultats s'opposent à ceux obtenus par Sayin [22]. Ce dernier a démontré que la longueur effective du maxillaire était réduite chez les femmes par rapport au groupe contrôle de classe I. La différence entre les résultats des deux études peut être attribuée au fait que seule la mesure linéaire du maxillaire a été calculée par Sayin, et non pas la longueur du maxillaire par rapport à la base du crâne. Ba-A/Ba-N et SNA étant normaux dans l'échantillon étudié, on peut déduire que le maxillaire occupe une position sagittale normale. Ceci est en accord avec les résultats obtenus par Qamar et al. [23], Bishara [9], Isik et al. [6], Sayin [22], Ngan et al. [21], Mc Namara Jr [26] et Craig [27], mais en

protrusive, solely on the basis of an analysis of the position of point A, defined by the linear measurement S-A. Reismeyer [18], in a longitudinal study, declared that SNA was always increased in the Class II sample compared to controls, by 2° to 3° on average. However, the value of SNA was normal, but a more precise evaluation shows that SNA values for Class II and Class I subjects were situated respectively at the upper and lower limits of the normal values for SNA.

On the level of the maxillary dentition, the first upper molar was in a normal sagittal and vertical position. There are few studies in the orthodontic literature that describe the position of the upper molar. The work of Altemus [24] deserves to be cited, as it found different results. This author described an increase of 2 mm in the distance U6-Ptv in the Class II sample studied. It should be noted, however, that the sample was composed of only 20 subjects, all girls. In addition, the upper molar appears to be more extruded in the hyperdivergent subgroup, with an average difference of 2.46 mm compared to the hypodivergent subjects. For Schudy [31], excessive alveolar growth of 2 mm at the level of the upper molar is sufficient to provoke Class II malocclusion in a patient with a normal sagittal position of the first upper molar and normal mandibular topography and dimensions. The study showed, however, that hyperdivergent subjects displayed not only greater superoposterior alveolar growth but also a more retrusive mandibular position and reduced mandibular dimensions, which highlights the contribution of the vertical dimension to the establishment of a Class II malocclusion. The upper incisors were also retruded in the Class II sample described and occupied a more posterior sagittal position: this is proved by the reduction in the length and angle of U1-NA. Alveolar retrusion is a dento-alveolar compensation for displacement of the bony bases, as shown by Brezniak et al. [7] Hassan [19], Hedges [30], Solow [45] and Topouzelis et al. [46]. Hyperdivergent subjects, on the contrary, have an upper incisor in a more anterior position, with a difference of 3 mm compared to hypodivergent subjects; this variation nevertheless remains within normal limits. This is in agreement with the results obtained by several other authors [3,5,19,20,29] who have shown that Class II division 1 associated with hyperdivergence is characterized by maxillary alveolar protrusion.

On the mandibular level, the depth of the lower third, measured from point Ba to point Pog parallel to (BaH)c corresponds to the formula $Ba-Pog/Ba-N = (Ba-Ar + Ar-Go + Go-Pog)/Ba-N$ [39]. Analysis of the results of the study shows that the mandible contributes to the establishment of a Class II malocclusion since $Ba-Pog/Ba-N$ was decreased in the Class II sample. This was true for both sexes but was more pronounced

désaccord avec les résultats obtenus par Reismeyer [18] et Rothstein [3]. Ce dernier a trouvé que le maxillaire était protrusif en se basant seulement sur l'étude de la position du point A définie par la mesure linéaire S-A. Reismeyer [18] quant à lui, dans une étude longitudinale a affirmé que SNA était constamment augmenté dans l'échantillon de classe II par rapport au groupe de contrôle, et ce, de 2 à 3° en moyenne. La valeur de SNA était normale cependant, et l'évaluation plus précise montre que les valeurs de SNA pour les sujets de classe II et de classe I correspondaient successivement à la limite supérieure et inférieure de la valeur normale de SNA.

Au niveau dentaire maxillaire, la première molaire supérieure a présenté une position sagittale et verticale normale. Rares sont les études dans la littérature orthodontique qui ont décrit la position de la molaire supérieure. On en retient celle faite par Altemus [24], et qui a donné des résultats différents. En fait, l'auteur a décrit une augmentation de la distance U6-Ptv de 2 mm en moyenne dans l'échantillon de classe II étudié. À noter cependant que son échantillon était constitué seulement de 20 filles. En outre, la molaire supérieure paraît plus égressée dans le sous-groupe des hyperdivergents avec une différence moyenne de 2,46 mm par rapport aux hypodivergents. Pour Schudy [31], une croissance alvéolaire excessive de 2 mm au niveau de la molaire supérieure est suffisante à l'établissement d'une malocclusion de classe II chez un patient présentant une normalité au niveau de la position sagittale de la première molaire maxillaire, de la topographie et de la dimension mandibulaire. Toutefois, l'étude a montré que les sujets hyperdivergents présentaient non seulement une croissance alvéolaire supéropostérieure plus importante mais aussi une position mandibulaire plus rétrusive et des dimensions mandibulaires plus réduites, ce qui a mis davantage le point sur la contribution de la dimension verticale à l'établissement de la classe II. Par ailleurs, les incisives supérieures étaient rétrusives dans l'échantillon de classe II décrit et occupaient une position sagittale plus postérieure ; ceci est prouvé par la diminution de la valeur métrique et angulaire de U1-NA. En effet, la rétroalvéolie supérieure est une compensation dentoalvéolaire au décalage des bases osseuses comme démontré par Brezniak et al. [7] Hassan [19], Hedges [30], Solow [45] et Topouzelis et al. [46]. Par contre, les sujets hyperdivergents ont présenté une position plus antérieure de l'incisive supérieure avec une différence de 3 mm par rapport aux hypodivergents ; cette variation reste cependant dans la limite de la normale. Ceci est en concordance avec les résultats obtenus par plusieurs auteurs [3,5,19,20,29] qui ont démontré que la classe II division 1 associée à une hyperdivergence, était caractérisée par une proalvéolie supérieure.

Au niveau de la mandibule, la profondeur de l'étage inférieur, mesurée du point Ba au point Pog parallèlement à (BaH), correspond à la formule : $Ba-Pog/Ba-N = (Ba-Ar + Ar-Go + Go-Pog)/Ba-N$ [39]. L'analyse des résultats de l'étude a montré que la mandibule contribue à l'établissement de la classe II squelettique puisque $Ba-Pog/Ba-N$ était diminué dans l'échantillon de classe II. Ceci était vrai pour les deux

in males. Mandibular retrusion thus emerges as the most frequent etiological factor, with a decrease in SNB for 82% of females and 91% of males. Mandibular retropositioning was also more severe in hyperdivergent subjects, in line with the results obtained by Isik et al. [6]. Closer study of the results shows that the anteroposterior position of the mandible, represented by the ratio Ba-Ar/Ba-N, was normal for women and retrusive for only 37% of men. However, SNB was decreased for both sexes. According to Rothstein [3], assessment of the sagittal position of the mandible according to SNB could lead to error since mandibular retrusion could be simply relative, due to protrusion of the Nasion. Hence, mandibular retrusion cannot be considered as a characteristic common to all skeletal Class II cases, in contradiction with the results obtained by McNamara Jr [26], Pancherz [8], Ishii et al. [17] and Sayin [22], who based their evaluation of the position of the mandible solely on SNB.

Concerning the dimension of the mandible in the Class II sample studied, ratio Ar-Pog/Ba-N was decreased in 54% of both males and females. This parameter depends on the size and shape of the mandible according to Coben [38]. In this respect, the effective contribution of the mandible to the depth of the lower third corresponds to the sum of the effective contributions of the ramus (Ar-Go/Ba-N) and of the mandibular body (Go-Pog/Ba-N). The results of the study show that the ramus made no contribution, on a sagittal level, to the establishment of a skeletal Class II pattern since the angle of the ramus (RI), its absolute length (Ar-Go L.A./Ba-N) and its effective depth (Ar-Go/Ba-N) were normal. This confirms the results of Blair [44]. It should also be noted that the contribution of the mandibular body to the depth of the lower third (Go-Pog/Ba-N) varies as a function of the absolute length of the mandibular body (Go-Pog L.A./Ba-N) and the mandibular angle, as shown by Coben [38]. Go-Pog L.A./Ba-N was decreased in 65% of the men and women in the study, and was the second most frequent etiological factor in the Class II sample studied. The description of the mandibular dimensions corresponds to that already made by several authors [22,27,33,44]. However, Reismeijer [18], Rothstein [3] and Ishii et al. [17] obtained different results. Reismeijer et al. [18] found that total mandibular length and the length of the mandibular body were normal and deduced that the vertical dimension was responsible for the establishment of a Class II malocclusion. Our study population was equally distributed in terms of vertical typology, and comparison between the three vertical sub-groups shows that the contribution of the mandible to the establishment of a skeletal Class II pattern is greater in hyperdivergent subjects since Ba-Pog/Ba-N, Go-Pog/Ba-N and Ar-Pog/Ba-N were decreased significantly less in the hyperdivergent subjects than in the other two sub-groups.

sexes mais plus marqué chez les hommes. La rétrusion mandibulaire a ainsi été trouvée comme le facteur étiologique le plus fréquent avec une diminution de SNB chez 82 % des femmes et 91 % des hommes. Par ailleurs, la rétroposition mandibulaire était plus sévère chez les hyperdivergents, ce qui est conforme aux résultats obtenus par Isik et al. [6]. L'examen plus approfondi des résultats a montré que la position antéropostérieure de la mandibule, représentée par le pourcentage Ba-Ar/Ba-N, était normale chez les femmes et retrusive seulement chez 37 % des hommes. Cependant SNB était diminué chez les 2 sexes. Selon Rothstein [3] l'évaluation de la position sagittale de la mandibule selon SNB pourrait induire en erreur car la rétrusion mandibulaire pourrait être uniquement relative à une protrusion du Nasion. Dès lors, la rétrusion mandibulaire ne peut pas être considérée comme caractéristique commune de la classe II squelettique, infirmant ainsi les résultats obtenus par McNamara Jr [26], Pancherz [8], Ishii et al. [17] et Sayin [22], qui se sont basés sur l'évaluation de la position mandibulaire selon SNB.

Par rapport à la dimension de la mandibule dans l'échantillon de classe II étudié, le pourcentage Ar-Pog/Ba-N était diminué, et ce chez 54 % des hommes et des femmes. Ce paramètre dépend de la taille et de la forme de la mandibule selon Coben [38]. Dans ce sens, la contribution effective de la mandibule à la profondeur de l'étage inférieur correspond à la somme de la contribution effective de la branche montante (Ar-Go/Ba-N) et de celle du corps mandibulaire (Go-Pog/Ba-N). Les résultats de l'étude ont montré que la branche montante ne contribuait pas, au niveau sagittal, à l'établissement de la classe II squelettique puisque l'inclinaison de la branche montante (RI), sa longueur absolue (Ar-Go L.A./Ba-N) et sa profondeur effective (Ar-Go/Ba-N) étaient normaux. Ceci a confirmé les résultats obtenus par Blair [44]. Par ailleurs, il est à noter que la contribution du corps mandibulaire à la profondeur de l'étage inférieur (Go-Pog/Ba-N) varie en fonction de la longueur absolue du corps mandibulaire (Go-Pog L.A./Ba-N) et de l'angle mandibulaire comme démontré par Coben [38]. Go-Pog L.A./Ba-N était réduit chez 65 % des hommes et des femmes de l'étude, et correspondait au deuxième facteur étiologique le plus fréquent dans l'échantillon de classe II étudié. La description de la dimension mandibulaire s'est trouvée conforme à celle établie par plusieurs auteurs [22,27,33,44]. Cependant, Reismeijer [18], Rothstein [3] et Ishii et al. [17] ont trouvé des résultats différents. Reismeijer et al. [18] ont trouvé que la mandibule présentait une longueur totale et une longueur du corps mandibulaire normales et ont inculqué la dimension verticale dans l'établissement de la classe II. Notre échantillon a été réparti équitablement selon la typologie verticale et la comparaison des 3 sous-groupes verticaux entre eux a montré que la contribution de la mandibule à l'établissement de la classe II squelettique était plus sévère chez les sujets hyperdivergents, vu que Ba-Pog/Ba-N, Go-Pog/Ba-N et Ar-Pog/Ba-N étaient nettement plus réduits chez les hyperdivergents par rapport aux deux autres sous-groupes.

On the level of mandibular dentition, 82.2% of the subjects in our sample had a Class II molar relationship, making it possible to state that the majority of individuals in skeletal Class II had an associated dental Class II malocclusion. As previously stated, the upper molar was in a normal sagittal position. Since there was a Class II molar relationship, it can be concluded that the lower molar is in a more distal sagittal position in Class II subjects, which may be due to a more retrusive and/or shorter mandible (Altemus [24] and Craig [27]). Posterior alveolar growth in both jaws was increased by non-significant but cumulative amounts in hyperdivergent subjects, leading to greater posterior mandibular rotation than for normal subjects (Schudy [31]), thus contributing to the establishment of the Class II malocclusion. The results of our study are similar to those of Diouf et al. [47], who showed that subjects tending towards a skeletal Class II displayed a posterior rotation of the mandible. The lower incisors were in a more anterior position with an increase in the distance LI-NB. This is in agreement with the results noted by several authors [4,5,19,22,23]. This increase was greater in hyperdivergent subjects, providing better dento-alveolar compensation for the sagittal dysmorphosis (Solow [45]). Most subjects had lower incisors correctly aligned with the mandibular symphysis, as already noted by McNamara Jr [26].

Conclusion

Skeletal Class II cannot be regarded as a single clinical entity. It is the result of the interaction of several parameters.

On the skeletal level:

- the cranial base contributes to the establishment of the Class II pattern through its total effective depth and its anterior tilt;
- the maxilla is in a normal sagittal position and its effective depth (Ptm-A) is abnormally high only in females;
- the total effective depth of the lower third (Ba-Pog/Ba-N) was reduced in the study sample for both sexes but was more pronounced in men;
- mandibular retrusion seems to be the most frequent etiological factor but cannot be considered as a characteristic shared by all skeletal Class II subjects;
- the absolute length of the mandibular body is decreased in 65% of both men and women and corresponds to the second most frequent etiological factor in the Class II sample studied.

On the dental level:

- most individuals in skeletal Class II have an associated dental Class II malocclusion;

Au niveau dentaire mandibulaire, 82,2 % des sujets de l'échantillon ont présenté un rapport molaire de classe II, ce qui permet de dire que la majorité des individus ayant une classe II squelettique présentaient une classe II dentaire associée. La molaire supérieure comme décrite précédemment a présenté une position sagittale normale. Le rapport intermolaire étant de classe II, on conclut que la molaire inférieure a présenté une position sagittale plus distale chez les sujets présentant une classe II, ce qui peut être en corrélation avec une mandibule plus rétrusive et/ou plus courte (Altemus [24] et Craig [27]). La croissance alvéolaire postérieure, maxillaire et mandibulaire, était augmentée de façon non significative, mais cumulative chez les sujets hyperdivergents, induisant une rotation mandibulaire postérieure plus importante par rapport à la normale (Schudy [31]), contribuant ainsi à l'établissement de la classe II. Les résultats de notre étude sont similaires à ceux trouvés par Diouf et al. [47] qui ont démontré que les sujets ayant une tendance vers une classe II squelettique présentaient une rotation postérieure de la mandibule. Les incisives inférieures ont présenté une position plus antérieure avec augmentation de la distance L1-NB. Ceci est en accord avec les résultats trouvés par plusieurs auteurs [4,5,19,22,23]. Cette distance était plus augmentée chez les hyperdivergents permettant une meilleure compensation dentoalvéolaire de la dysmorphose sagittale (Solow [45]). La majorité des sujets ont présenté une incisive inférieure bien axée dans la symphyse mandibulaire, ceci est conforme aux résultats obtenus par McNamara Jr [26].

Conclusion

La classe II squelettique ne peut être considérée comme une entité clinique unique. Elle est le résultat de l'interaction de plusieurs paramètres.

Au niveau squelettique :

- la base du crâne contribue au niveau de sa profondeur effective totale et son inclinaison antérieure à l'établissement de la classe II ;
- le maxillaire présente une position sagittale normale et sa profondeur effective (Ptm-A) est plus importante par rapport à la normale seulement chez les femmes ;
- la profondeur effective totale de l'étage inférieur (Ba-Pog/Ba-N) était diminuée dans l'échantillon étudié pour les deux sexes mais plus marqué chez les hommes ;
- la rétrusion mandibulaire semble être le facteur étiologique le plus fréquent mais ne peut pas être considérée comme caractéristique commune à la classe II squelettique ;
- la longueur absolue du corps mandibulaire est réduite chez 65 % des hommes et des femmes, et correspond au deuxième facteur étiologique le plus fréquent dans l'échantillon de classe II étudié.

Au niveau dentaire :

- la majorité des individus ayant une classe II squelettique présentent une classe II dentaire associée ;

— the upper incisors are retruded and occupy a more posterior sagittal position;

— the axis of the lower incisors is subject to individual variations.

On the level of the vertical dimension:

— hyperdivergent subjects display more significant posterior alveolar growth leading to posterior rotation of the mandible;

— the mandible is more retrusive and the mandibular dimensions are smaller for hyperdivergent subjects than for the other two vertical sub-groups.

— les incisives supérieures sont rétrusives et occupent une position sagittale plus postérieure ;

— l'axe des incisives inférieures est variable selon les individus.

Au niveau de la dimension verticale :

— les sujets hyperdivergents présentent une croissance alvéolaire postérieure plus importante induisant une rotation postérieure de la mandibule ;

— la mandibule est plus rétrusive et les dimensions mandibulaires sont plus réduites chez les hyperdivergents par rapport aux deux autres sous-groupes verticaux.

Disclosure of interest

The authors declare that they have no competing interest.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

References/Références

1. Saleh FK. Prevalence of malocclusion in a sample of Lebanese schoolchildren: an epidemiological study. *East Mediter Health J* 1999;5(2):337–43.
2. Proffit WR, Fields HW. Contemporary orthodontics, 3rd ed. Elsevier-Mosby 113–416, [chap. 5] 2000.
3. Rothstein T, Yoom-Tarlie C. Dental and facial characteristics of females and males with class II division 1 malocclusion between the ages of 10 and 14. Part I: characteristics of size, form and position. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117:320–32.
4. Kolokitha OEG, Topouzelis N, Sidiropoulou-Chatzigianni S, Kavvadia-Tsatala S. Searching of distinct types of Class II, division 1 malocclusion in Greek children aged between 10–12 years. *Hell Orthod Rev* 2011;14:29–44.
5. Al-Khateeb EA. Anteroposterior and vertical components of class II division 1 and division 2 malocclusion. *Angle Orthod* 2009;79:859–66.
6. Isik F, Nalbantgil D, Sayinsu K, Arun T. A comparative study of cephalometric and arch width characteristics of Class II division 1 and division 2 malocclusions. *Eur J Orthod* 2006;28(2):179–83.
7. Brezniak N, Arad A, Heller M, Dinbar A, Dinte A, Wasserstein A. Pathognomonic cephalometric characteristics of Angle Class II division 2. *Angle Orthod* 2002;72(3):251–7.
8. Pancherz H. Cephalometric characteristics of class II division 1 and class II division 2 malocclusions: a comparative study in children. *Angle Orthod* 1997;67(2):111–20.
9. Bishara SE. Class II malocclusions: diagnostic and clinical considerations with and without treatment. *Semin Orthod* 2006;12:11–24.
10. El-Batran M, Soliman N, EL-Wakil K. The relationship between cranial base and maxillo-facial morphology in Egyptian children. *Homo* 2008;59(4):287–300.
11. Andria ML, Leite PL, Prevatte MT, King BL. Correlation of the cranial base angle and its components with other dental/skeletal variables and treatment time. *Angle Orthod* 2004;74:361–6.
12. Giuntinia V, De Toffolb L, Franchic L, Baccetti T. Glenoid fossa position in II malocclusion associated with mandibular retrusion. *Angle Orthod* 2008;78(5):808–12.
13. Guyer EC, Ellis EE, McNamara JA, Behrents RG. Components of class III malocclusion in juveniles and adolescents. *Angle Orthod* 1986;56:7–30.
14. Bishara SE, Jakobsen RJ, Vorhies B, Bayati P. Changes in dentofacial structures in untreated Class II division 1 and normal subjects: a longitudinal study. *Angle Orthod* 1997;67(1):55–66.

15. Wilhelm BM, Beck FM, Lidral AC, Vig KW. A comparison of cranial base growth in Class I and Class II skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2001;119:401–5.
16. Ashish Dhopatkar A, Bhatia S, Rock P. An investigation into the relationship between the cranial base angle and malocclusion. *Angle Orthod* 2002;72:456–63.
17. Ishii N, Deguchi T, Hunt NP. Craniofacial morphology of Japanese girls with Class II division malocclusion. *J Orthod* 2001;28(3):211–6.
18. Reismeyer MA, Prah-Andersen B, Mascarenhas KA, Joo HB, Vig WLK. A comparison of craniofacial Class I and Class II growth patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:463–71.
19. Hassan AH. Cephalometric characteristics of Class II division 1 malocclusion in a Saudi population living in the western region. *Saudi Dental J* 2011;23(1):23–7.
20. Henry RG. A classification of Class II division 1 malocclusion. *Angle Orthod* 1957;27:83–92.
21. Ngan PW, Byczek K, Scheick J. Longitudinal evaluation of growth changes in Class II division 1 subjects. *Semin Orthod* 1997;3(4):222–31.
22. Sayin Ö. Cephalometric evaluation of nongrowing females with skeletal and dental Class II, division 1 malocclusion. *Angle Orthod* 2005;75:656–60.
23. Qamar RCH, Rasheed N, Latif S. Cephalometric characteristics of Class II division 1 and Class II division 2. *Pak Oral Dental J* 2010;30(1):138–41.
24. Altemus LA. Horizontal and vertical dentofacial relationships in normal and Class II division 1 malocclusions in girls 11–15 years. *Angle Orthod* 1955;25:120–78.
25. Rosenblum R. Class II malocclusion: mandibular retrusion or maxillary protrusion? *Angle Orthod* 1995;65(1):49–62.
26. McNamara Jr.. Components of Class II malocclusion in children 8–10 years of age. *Angle Orthod* 1981;51(3):177–202.
27. Craig CE. The skeletal patterns characteristic of Class I and Class II Division 1 malocclusion in norma lateralis. *Angle Orthod* 1951;21:44–56.
28. Maj G, Luzzi C, Lucchese PO. Cephalometric appraisal of Class II and Class III malocclusions. *Angle Orthod* 1960;30:26–34.
29. Dreilich RC. A cephalometric study of untreated Class II division 1 malocclusion. *Angle Orthod* 1948;18:70–5.
30. Hedges RB. A cephalometric evaluation of Class II division 2. *Angle Orthod* 1958;28:191–7.
31. Schudy FF, Schudy GF. The occlusal plane: its origin, development and correction. The vertical dimension of the human face. Ed. Houston, Tex.: F.F. Schudy 1992.
32. Fushima K, Kitamura Y, Mita H, Sato S, Suzuki Y, Kim YH. Significance of the cant of the posterior occlusal plane in Class II division 1 malocclusions. *Eur J Orthod* 1996;18:27–40.
33. Karlsen AT. Craniofacial morphology in children with angle Class II division 1 malocclusion with and without deep bite. *Angle orthod* 1994;64:437–46.
34. Riedel R. The relation of maxillary structures to cranium in malocclusion and in normal occlusion. *Angle Orthod* 1948;22(3):142–5.
35. Jacobson A. The “Wits” appraisal of jaw disharmony. *Am J Orthod* 1975;67:125–38.
36. Coben SE. Basion horizontal coordinate tracing film. *J Clin Orthod* 1979;13(9):598–605.
37. Coben SE. Method for cephalometric quantitation and expression of growth. United States Patent 1–9 1985.
38. Coben SE. The integration of facial skeletal variants. *Am J Orthod* 1955;41:407–34.
39. Woodside DG. The present role of the general practitioner in orthodontics. *Dent Clin North Am* 1968;483–508.
40. Moyers ER, Riolo LM, Guire EK, Wainright LR, Bookstein LF. Differential diagnosis of Class II malocclusion. *Am J Orthod* 1980;78(5):477–94.
41. Dolce C1, Mansour DA, McGorray SP, Wheeler TT. Intrarater agreement about the etiology of Class II malocclusion and treatment approach. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141(1):17–23.
42. Vallée-Cussac V. [L’architecture crânio-faciale des Classes III selon l’analyse de Coben]. *Orthod Fr* 1991;62(Pt 3):995–1018.

43. Hopkin GB, Houston WJB, James GA. The cranial base as an etiological factor in malocclusion. *Angle Orthod* 1968;38:250–5.
44. Blair ES. A cephalometric roentgenographic appraisal of the skeletal morphology of Class I, Class II div.1, and Class II, div.2 (Angle) malocclusions. *Angle Orthod* 1954;24:106–19.
45. Solow B. The dento-alveolar compensatory mechanism: background and clinical implications. *Br J Orthod* 1980;7:145–61.
46. Topouzelis N, Markovitsi E, Zafiriadis A. Variation with age of dental cephalometric variables in Class II, division 2 patients. *Int Orthod* 2012;10(1):110–21.
47. Diouf JS, Badiane A, Ngom PI, Diop-Ba K, Diagne F, Crocquet M, et al. Evaluation of dentoskeletal parameters in Senegalese subjects using orthodontic architectural analysis. *Int Orthod* 2011;9(2):235–47.