

Posture du corps et morphologie cranio-faciale

Stéphane RENGER, Charles BOLENDER, Guy EDELIN

RÉSUMÉ – La posture du corps a été étudiée en fonction de la morphologie cranio-faciale. Une analyse céphalométrique (téléradiographie de profil) et un enregistrement de la posture sur une plate-forme de stabilométrie ont été effectués chez 45 individus : 17 garçons et 28 filles, âgés de 9 à 16 ans. Les mesures céphalométriques sagittales et verticales ne montrent aucune corrélation avec la position sagittale du centre de pression podal. Les dysmorphies mineures ou modérées ne semblent pas se répercuter sur la posture du corps dans sa globalité.

ABSTRACT – *The body posture has been studied according to the craniofacial morphology. A cephalometric analysis (lateral cephalometric radiographs) and a stabilometric recording of the posture with a vertical force platform have been done for 45 individuals : 17 boys and 28 girls aged 9 to 16 years. Cephalometric sagittal and transverse variables show no correlation with the sagittal position of the center of foot pressure. It seems that mild to moderate dentofacial deformities do not reflect on the posture of the body as a whole.*

MOTS CLÉS – Céphalométrie / Morphologie cranio-faciale / **Posture corporelle.**

KEY WORDS – Cephalometry / Craniofacial morphology / **Body posture.**

1. Introduction

Les associations entre la posture et la morphologie cranio-faciale sont aujourd'hui admises et étudiées par de nombreux auteurs^{8, 13}. Les déterminants et le contrôle de la posture naturelle quant à eux restent encore peu compris ; la posture est-elle responsable ou découle-t-elle de la forme ?

La littérature dentaire rapporte plusieurs observations montrant que les altérations de l'équilibre musculaire du corps peuvent influencer la position mandibulaire et la morphologie faciale^{4, 9}.

La posture du corps en entier pourrait être affectée par des altérations du système manducateur, mais les résultats recueillis semblent encore contradictoires. Bench¹ en 1963 a constaté des relations entre la forme de la face et la courbure cervicale, au contraire de Romette¹², qui n'a pas réussi à prouver l'existence de corrélations entre le décalage antéro-postérieur des maxillaires et la profondeur des ensellures cervicales et lombaires.

La posture de la tête est impliquée dans l'équilibre général et la morphologie de l'édifice cranio-facial^{8, 9, 14}, mais son éventuelle corrélation avec la statique générale du corps reste controversée.

L'objectif de ce travail a été double :

- d'une part, chercher l'existence de corrélations entre les variables céphalométriques et les variables posturales obtenues à l'aide d'une plate-forme de stabilométrie ;

- d'autre part, comparer les moyennes des différentes valeurs posturales en fonction de la morphologie cranio-faciale.

2. Matériel et méthode

La posture du corps a été étudiée en fonction des variables céphalométriques dans un groupe de 45 patients âgés de 9 à 16 ans, 17 garçons et 28 filles. Ces patients ne présentaient aucune pathologie rachidienne, aucun trouble oculaire, articulaire ou respiratoire.

Chez ces patients venus en consultation au Service d'orthopédie dentofaciale pour des malpositions et dysmorphoses dento-maxillaires, un examen clinique, des analyses céphalométrique et posturale ont été effectués.

2.1. Examen clinique

Tous les patients ont été examinés et classés en plusieurs groupes, en fonction de leur occlusion selon :

– l'occlusion sagittale : occlusion molaire et canine bilatérale⁶ : classe I (17 patients), classe II (20 patients) et classe III (8 patients) ;

– l'occlusion transversale : occlusion des secteurs latéraux (prémolaire et molaire) normale : classe 1 (39 patients) et occlusion croisée : classe 2 et 3 (6 patients), comportant des occlusions inversées à droite (classe 2), à gauche (classe 3).

Un interrogatoire a permis d'exclure les patients ayant bénéficié d'un traitement orthodontique avant ce premier examen, et les patients présentant plus de deux obturations ou restaurations dentaires.

2.2. Céphalométrie

2.2.1. Équipement

Toutes les téléradiographies de profil ont été standardisées et effectuées selon le protocole suivant :

- distance source - plan médian : 150 cm
- distance plan médian film : 14 cm

2.2.2. Mesures

Cet examen a permis de distinguer les individus selon leur typologie verticale. Trois groupes ont été constitués en fonction de l'analyse de Ricketts¹¹ :

- mésofacial (groupe A) : 18 cas
- brachyfacial (groupe B) : 5 cas
- dolichofacial (groupe C) : 22 cas

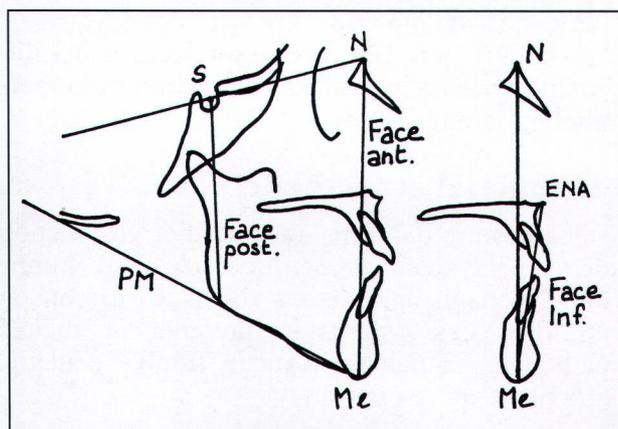


Figure 1
Analyse de la typologie verticale.

La hauteur faciale inférieure (HFI) et le rapport entre hauteur faciale postérieure / hauteur faciale antérieure (HFA) ont également été calculés :

– la hauteur faciale inférieure (HFI) est égale à la distance entre l'épine nasale antérieure et le point menton divisée par la distance entre le point nasion et le point menton, multipliée par 100 ;

– la hauteur faciale postérieure est la distance entre le centre de la selle turcique et le point gonion ;

– la hauteur faciale antérieure est la distance entre les points nasion et menton (fig. 1).

2.3. Enregistrement sur la plate-forme de stabilométrie

2.3.1. Équipement

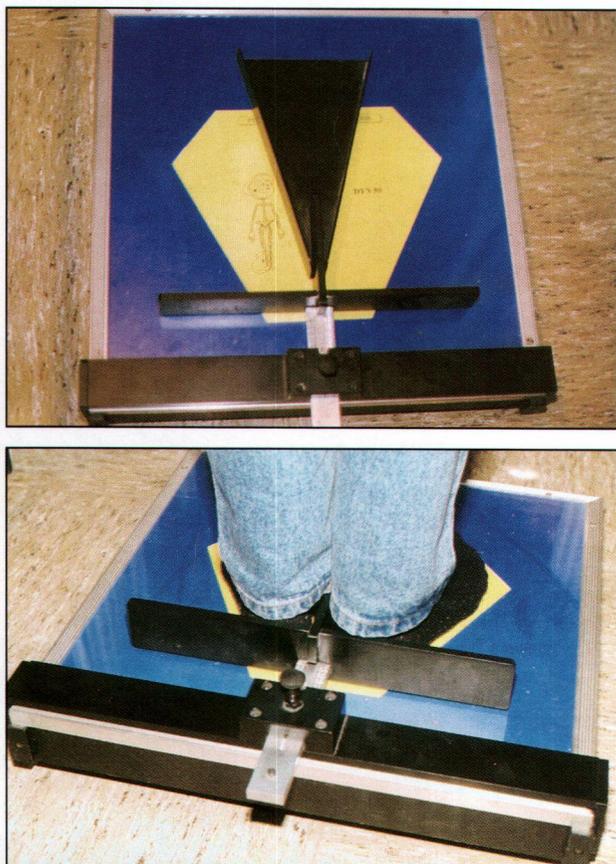
L'examen de la posture a été effectué à l'aide d'une plate-forme de force située dans un environnement normalisé.

Cet environnement était constitué par une cabine et un fil à plomb éclairé par une ampoule de 2000 lux et se situant à 90 cm devant les yeux du patient (fig. 2).

Les pieds du patient ont été placés de façon standardisée pour tous les sujets, grâce à un gaba-



Figure 2
Environnement normalisé.



Figures 3
Standardisation de la position des pieds.

rit mobile fourni par le constructeur de la plate-forme. Les talons sont espacés de 2 cm, les pieds s'écartant de 30 degrés de telle sorte que le barycentre de son polygone de sustentation soit situé à l'intersection de l'axe sagittal (axe yOy' orienté positivement en avant du patient) et de l'axe horizontal (axe xOx' orienté positivement du côté droit) de la plate-forme (normes ISO - AFNOR E90-003-3.19.5) (fig. 3).

Cette plate-forme de stabilométrie (Dynatron R Dyn 50) est un dispositif qui, à un instant t , détecte la résultante des forces verticales appliquées par les pieds du patient. Celle-ci a été calibrée².

2.3.2. Mesures

La plate-forme comporte trois jauges permettant d'effectuer des mesures 5 fois par seconde (fig. 4).

L'acquisition des données, les calculs qui en découlent et la représentation graphique des résultats ont été effectués à l'aide d'un micro-ordinateur compatible PC.

Les paramètres quantifiant les variations du centre de pression podal dans le temps sont les suivants :

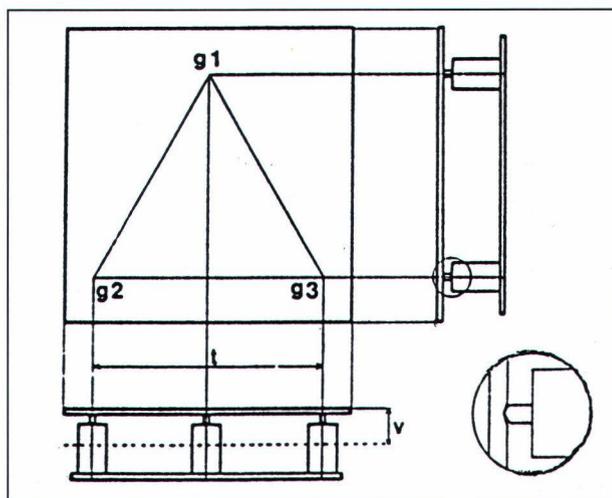


Figure 4
Position des pieds sur la plate-forme.

- la somme des déplacements élémentaires du centre de pression podal pendant les 51 secondes de l'enregistrement (longueur du parcours d'équilibration) exprimée en mm ;

- l'amplitude maximale des oscillations du stabilomètre exprimée en degrés ;

- X Moyen (X MOY) est la valeur moyenne en mm des abscisses du centre de pression podal ;

- Y Moyen (Y MOY) est la valeur moyenne en mm des ordonnées du centre de pression podal ;

- la surface (SURFACE) du statokinésigramme est l'ellipse de confiance qui contient 90 % des positions échantillonnées du centre de pression. Cette surface mesure la précision du système postural ;

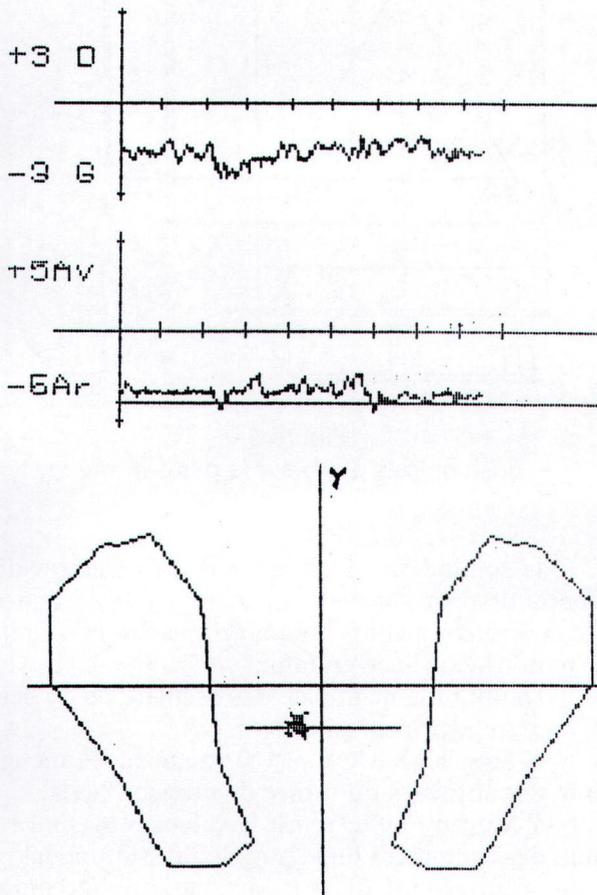
- la longueur parcourue par le centre de pression par unité de surface (LFS). Ce paramètre indicatif permet d'évaluer la quantité d'énergie dépensée par le sujet pour contrôler sa posture orthostatique ;

- le quotient de Romberg (QR) correspond au quotient de la surface du statokinésigramme enregistré les yeux ouverts (YO) sur la surface obtenue les yeux fermés (YF), multiplié par 100. Il permettait d'apprécier dans quelle mesure le sujet utilisait sa vision dans le contrôle de sa posture orthostatique. Un quotient égal à 100 indique que la stabilité du sujet est identique dans les deux situations ;

- le quotient plantaire (QP) est le rapport de la surface du statokinésigramme enregistré sur une couche de mousse par rapport à la surface du statokinésigramme enregistré sans mousse sur sol dur. Il représente une certaine évaluation de l'importance des informations plantaires dans le contrôle postural (fig. 5).

ENREGISTREMENT POSTUROGRAPHIQUE

Situation YO, sans vibreur, sans mousse paramètres d'enregistrement



X Moy.	- 15,79
Y Moy.	- 34,47
Surface	131,05
VFY	0,60
LFSA	0,96
LFSE	0,47
Romberg	0,00
Quotient P.	0,00

Durée	51,20
Longueur	421,12
Surface	131,05
Quotient P.	0,00

Figure 5
Enregistrement posturographique.

2.4. Le protocole expérimental

Les enregistrements posturaux ont été effectués d'après les standards internationaux établis par Kapteyn⁵.

Chaque patient a été enregistré en aveugle, sans préciser l'objectif du test :

- une première fois, sans mousse plantaire, les yeux ouverts puis fermés ;

- une deuxième fois, avec une mousse plantaire, les yeux ouverts puis fermés. La mousse permet de diminuer les afférences proprioceptives podales, de façon à mieux évaluer les entrées visuelles et labyrinthiques.

La reproductibilité des enregistrements céphalométriques et posturaux a été testée à l'aide de graphiques, sur un échantillon de 12 sujets.

- Pour tester la reproductibilité des mesures radiographiques de l'examineur, toutes les variables ont été calculées deux fois. Chacune des

premières mesures a été reportée en abscisse, les secondes en ordonnée. La différence entre deux mesures céphalométriques de la même variable devrait être faible, et les points se rapprocher de la première médiatrice.

- Pour tester la reproductibilité des mesures posturales enregistrées par la plate-forme, les mesures ont été effectuées deux fois.

Une matrice de corrélation a été réalisée à partir du groupe total pour mettre en évidence d'éventuelles associations entre les variables céphalométriques et posturales.

Une autre analyse statistique a complété cette première approche. Elle permet de comparer les moyennes des valeurs posturales en fonction de la classe d'Angle, des types d'occlusion transversale et de la divergence faciale. Il s'agissait d'une analyse de Levene qui tenait compte d'une possible inégalité des variances (test de Welsch, et test de Brown Forsythe).

3. Résultats

3.1. Reproductibilité

– Reproductibilité des variables posturales (fig. 6)

Toutes les variables posturales montrent des écarts entre deux enregistrements effectués à 3 mn d'intervalle. Ces écarts vont souvent dans le même sens pour une variable donnée. Par exemple, les deuxième valeurs de Y MOYEN (Yeux Ouverts YO et Yeux Fermés YF) sont en général inférieures aux premières en valeur absolue : la position du

centre de pression podal lors du second test semble plus antérieure. La même différence s'observe pour la surface les yeux fermés ; elle s'inverse pour les valeurs de surface les yeux ouverts.

La reproductibilité de X MOYEN, des coefficients de Romberg, des quotients plantaires est mauvaise, ces mesures étant extrêmement variables à 3 mn.

– Reproductibilité des variables céphalométriques (fig.7)

La reproductibilité des mesures céphalométriques est meilleure ; elle est la plus faible pour ANB, la plus élevée pour HFA.

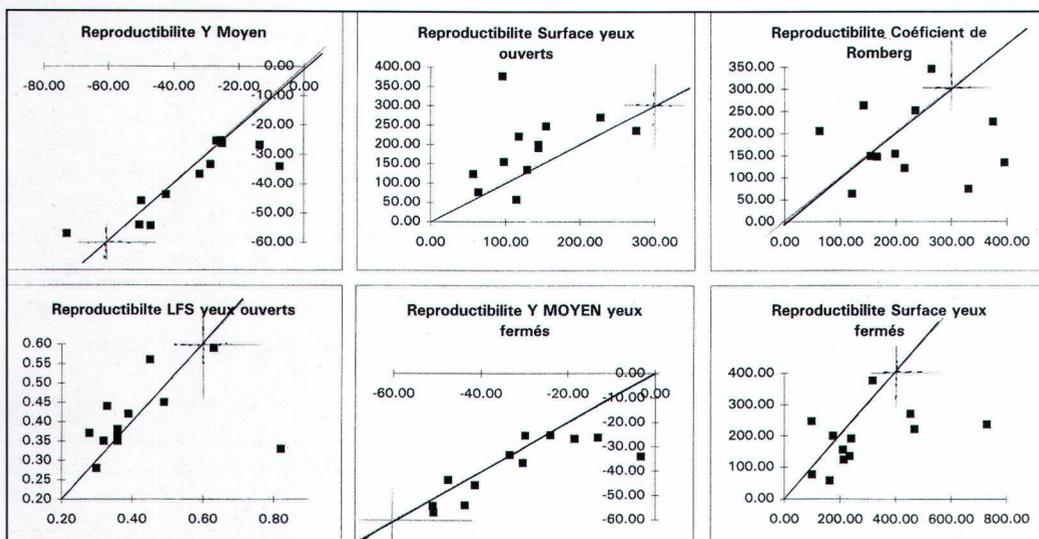


Figure 6
Reproductibilité posturale.

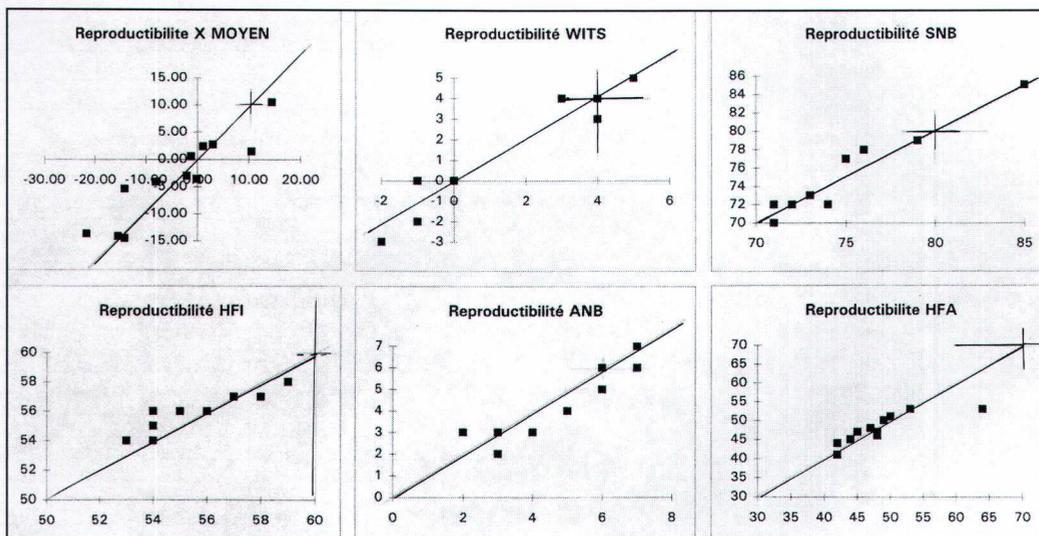


Figure 7
Reproductibilité céphalométrique.

Des différences sont observées entre les mesures des mêmes variables à 3 minutes d'intervalle. Le choix des mesures à étudier est délicat car il est difficile d'exclure une valeur plutôt qu'une autre. En tout cas, il semble se dégager une tendance entre les deux tests (deuxième mesure systématiquement supérieure ou inférieure à la première) qui souligne la présence de biais entre ces deux mesures.

Ceci pose la question de savoir s'il ne faudrait pas préférer une mesure moyenne plutôt que de

retenir le premier enregistrement, ou bien adjoindre des tests supplémentaires afin de ne prendre en considération que le 2^e, 3^e voire 4^e test.

3.2. Matrice de corrélation entre les variables posturales et céphalométriques (fig. 8)

Aucune corrélation n'a été observée ; les variables HFI, HFA, ANB et WITS ne sont pas corrélées avec les variables X MOY, Y MOY, surface, LFS, Romberg et QP.

	anb	wits	hfi	hfa	xmoyo	ymoyo	surfaceo	lfsao	lfseo	ypoy	surfacef	lfsaf	lfsef	
	5	6	7	8	12	13	14	16	17	18	19	21	22	
anb	5	1.0000												
wits	6	0.6512	1.0000											
hfi	7	0.0688	-0.0706	1.0000										
hfa	8	-0.0504	0.2103	0.0944	1.0000									
xmoyo	12	-0.1952	-0.1823	0.0109	-0.2470	1.0000								
ymoyo	13	0.2299	0.2163	-0.0534	0.1935	-0.3506	1.0000							
surfaceo	14	0.0994	0.1985	-0.3089	0.0114	-0.0926	-0.0826	1.0000						
lfsao	16	-0.0569	-0.1048	-0.0766	-0.1168	-0.0472	-0.2106	0.3994	1.0000					
lfseo	17	-0.0846	-0.0962	-0.1018	-0.1316	0.0273	-0.2407	0.3133	0.8215	1.0000				
ypoy	18	0.0900	0.0416	0.0500	0.0041	-0.0006	0.0412	-0.0371	0.0128	-0.0429	1.0000			
surfacef	19	0.0442	0.1319	-0.1118	0.2178	-0.1605	-0.0158	0.6904	0.3684	0.3150	-0.1159	1.0000		
lfsaf	21	0.0900	-0.1376	0.1287	-0.1377	0.0091	0.0101	0.1923	0.6758	0.5652	-0.0064	0.2147	1.0000	
lfsef	22	0.0875	-0.1033	0.0084	-0.0536	-0.0530	-0.0970	0.3744	0.7738	0.6555	-0.0345	0.4474	0.8169	1.0000

Figure 8

Matrice de corrélation entre les variables posturales et céphalométriques.

Classe d'Angle	Classe 1	Classe 2	Classe 3
X MOY - YO	-3,36	-6,231	-2,889
Y MOY - YO	-35,407	-31,299	-41,751
SURFACE - YO	128,903	184,642	111,483
ROMBERG	185,415	182,966	244,326
LFS - YO	0,842	0,791	0,802
LFSE - YO	0,414	0,414	0,391
YMOY - YF	-34,554	-29,677	-6,517
SURFACE - YF	266,715	296,519	205,768
QP	207,15	147,273	176,505
LFS - YF	0,905	0,931	1,005
LFSE - YF	0,492	0,509	0,499

Occlusion transversale	Normale	Articulé inversé	
	Classe 1	Classe 2	Classe 3
X MOY - YO	-3,49	-16,015	-7,196
Y MOY - YO	-35,282	-26,1	-37,23
SURFACE - YO	135,157	95,44	267,976
ROMBERG	198,078	202,15	183,402
LFS - YO	0,812	0,63	0,896
LFSE - YO	0,409	0,31	0,45
YMOY - YF	-25,298	-31,94	-36,898
SURFACE - YF	248,036	183,23	444,638
QP	181,592	128,72	160,666
LFS - YF	0,944	0,755	0,942

Divergence faciale	Mésofacial	Brachyfacial	Dolichofacial
	Classe 1	Classe 2	Classe 3
X MOY - YO	-3,876	-12,534	-2,807
Y MOY - YO	-32,819	-26,49	-39,583
SURFACE - YO	168,419	145,308	126,867
ROMBERG	146,371	241,548	239,971
LFS - YO	0,818	0,718	0,843
LFSE - YO	0,405	0,354	0,432
YMOY - YF	-31,288	-21,68	-23,32
SURFACE - YF	267,84	330,108	252,768
QP	146,395	201,298	207,836
LFS - YF	0,902	0,814	1,011
LFSE - YF	0,487	0,448	0,532

Variables	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
SNA	80,261	4,5919	70	91
SNB	75,848	4,3816	68	85
ANB	4,413	2,5869	-6	9
WITS	1,1957	3,7631	-10	10
HFI	54,674	4,0225	40	63
HFA	53,391	8,943	40	76
X MOY - YO	-4,3983	8,7179	-21,68	14,45
Y MOY - YO	-35,103	12,342	-72,95	-7,32
SURFACE - YO	147,34	96,584	48,39	615,27
ROMBERG	196,72	111,75	63,34	596,09
LFS - YO	0,81354	0,19031	0,52	1,32
LFSE - YO	0,40917	0,11328	0,26	0,82
Y MOY - YF	-26,783	41,873	-52,05	245,87
SURFACE - YF	265,82	168,86	77,99	917,04
Quotient Planta	177,21	120,41	40,52	659,43
LFS - YF	0,93604	0,26049	0,53	1,83
LFSE - YF	0,50021	0,1357	0,28	0,92

Figures 9

Moyennes des variables de l'échantillon.

3.3. Analyse des moyennes (fig. 9)

– En fonction des classes d'Angle (fig. 10) :

L'analyse de ces graphiques ne montre aucune différence significative entre les différentes classes d'Angle.

Une observation est cependant intéressante : les faibles valeurs absolues d'Y MOY - Yeux

Ouverts (Y MOY - YO) sont en en classe I (inférieure à 25) ; les valeurs plus fortes sont distribuées dans toutes les classes d'Angle.

– En fonction de la divergence faciale (fig. 11) :

La moyenne des valeurs de Y MOY - YO est plus faible chez les individus hypodivergents par rapport aux autres typologies de croissance (-26,52 pour les hypodivergents, -32,81 pour les normodivergents,

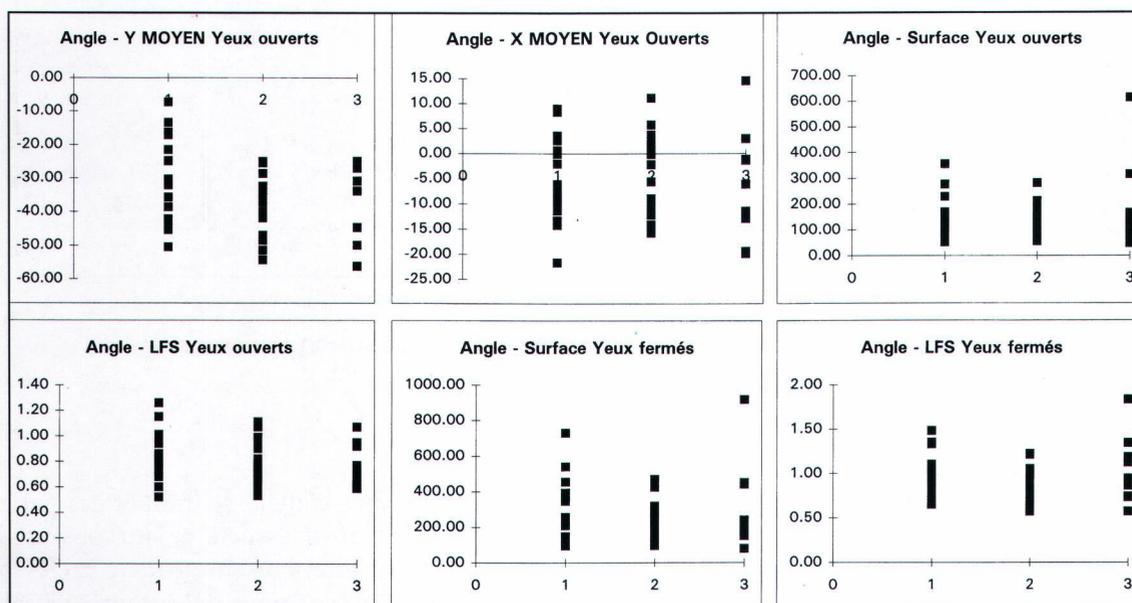


Figure 10
Analyse des moyennes posturales en fonction de l'occlusion sagittale.

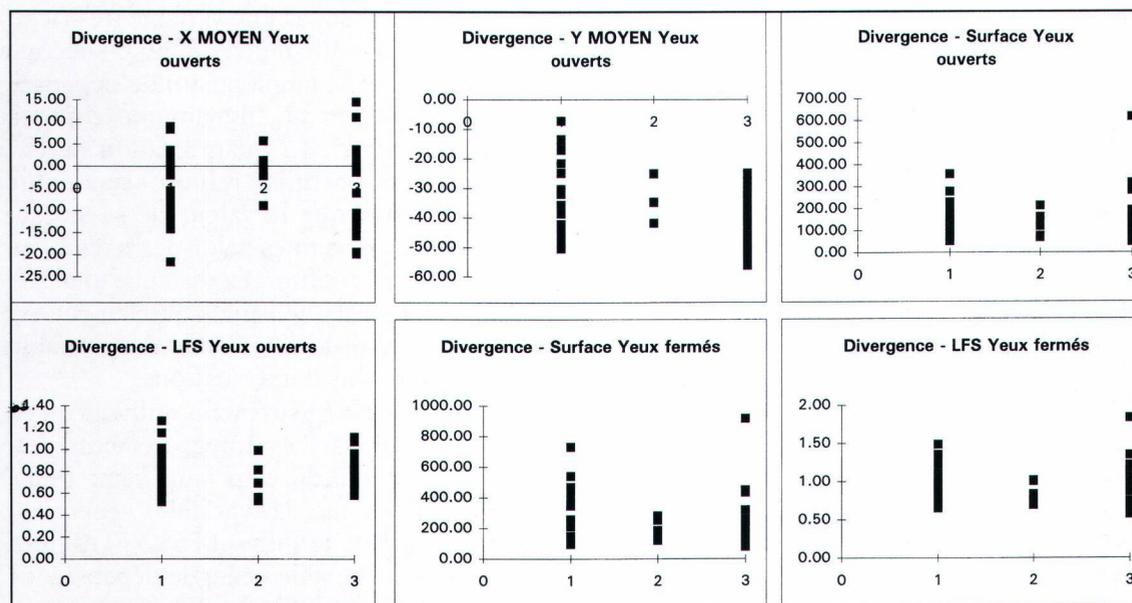


Figure 11
Analyse des moyennes posturales en fonction de la divergence faciale.

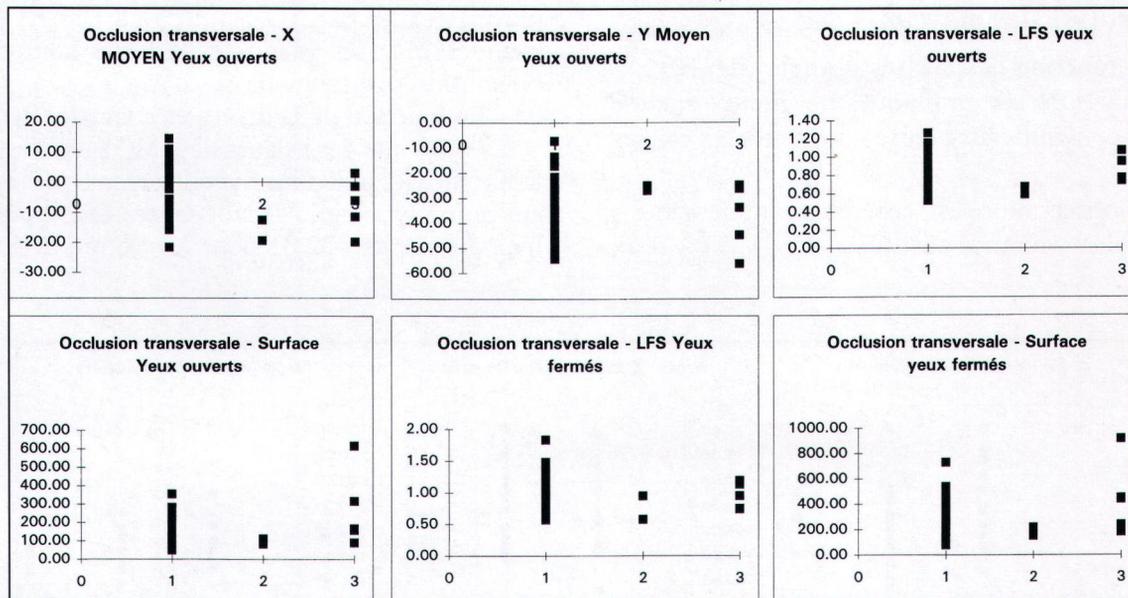


Figure 12

Analyse des moyennes posturales en fonction de l'occlusion transversale.

- 39,58 pour les hyperdivergents). Aucune autre différence entre les moyennes n'a été observée.

Les valeurs du coefficient de Romberg sont plus importantes en moyenne chez les normodivergents par rapport aux autres typologies verticales.

- En fonction de l'occlusion transversale (fig. 12) :

Quelle que soit l'occlusion transversale des sujets, aucune différence entre les moyennes des valeurs posturales n'est significative.

4. Discussion

Les mesures de reproductibilité (radiographique et posturale) n'ont pas le même objectif. Les mesures céphalométriques effectuées deux fois sur le même cliché radiographique testaient la reproductibilité de l'examineur, tandis que les enregistrements posturaux du même patient à 3 minutes d'intervalle renseignaient sur la reproductibilité de l'appareil de mesure.

Certaines mesures ne sont pas cohérentes l'une par rapport à l'autre à trois minutes d'intervalle. Le quotient de Romberg et le quotient plantaire montrent d'importantes différences. L'enregistrement postural a permis d'éliminer les sujets pour lesquels la plate-forme n'a pas pu recueillir d'informations (amplitude des oscillations trop importantes). Ces sujets présentaient des vertiges les yeux fermés, notamment lors de l'utilisation de la

mousse plantaire. Fallait-il éliminer ces patients ? Leur vertige était-il associé à leur posture ? Un enregistrement ultérieur aurait-il été préférable ?

De même l'incohérence de certaines variables à trois minutes pose le problème du choix des mesures, du nombre total d'enregistrements à effectuer. Peut-être une moyenne entre plusieurs mesures serait-elle plus judicieuse ?

La surface n'est pas une variable très riche d'enseignements. Le calcul de LFS qui en découle renseigne plus sur l'énergie posturale dépensée pendant l'enregistrement (dynamique), que sur la posture (statique). La quantification de la forme de l'oscillation posturale (ellipse) serait sûrement plus instructive que la valeur de sa surface. Les coordonnées moyennes selon les axes X et Y ne suffisent pas à la définir. La distance totale de l'axe de l'ellipse assortie de l'angle que fait cet axe avec les axes de coordonnées sont des variables qui apporteraient plus d'informations.

L'ordre des enregistrements influence certainement les résultats. Les enregistrements, les yeux ouverts, ont précédé ceux aux yeux fermés. La reproductibilité de la variable « énergie totale dépensée les yeux fermés » (LFS - YF) est meilleure que celle de la variable « énergie dépensée les yeux ouverts » (LFS - YF). Cette différence pourrait s'expliquer par l'ordre non aléatoire des tests.

La durée de l'enregistrement postural a été fixée à 51 secondes de façon à pouvoir analyser les

oscillations posturales dans les deux sens de l'espace (sagittal et frontal). D'après Ferrario³, les premières oscillations posturales dans les 20 secondes qui suivent un mouvement sont dépendantes du mouvement lui-même. Un temps de latence correspondant approximativement à cette durée (et au temps nécessaire au réglage du gabarit de positionnement des pieds du sujet) a été considéré avant chaque enregistrement.

L'environnement auditif ne doit pas détourner l'attention du sujet, car le niveau de vigilance joue considérablement sur ses performances posturales.

Paulus et al.¹⁰ ont montré que la stabilité posturale est une fonction linéaire de la distance entre le sujet et la cible visuelle.

L'étude proposée s'intéresse à un instant donné, à des sujets compris dans une tranche d'âge déterminée. Avant l'âge de 30 ans, aucune corrélation entre la posture cranio-cervicale et l'occlusion n'est significative⁷. L'âge peut cependant représenter un biais à cette étude. Il semblerait par exemple que l'amplitude des oscillations du centre de pression podal de sujets sains diminuerait légèrement de 2 à 17 ans.

Aucune corrélation n'a été observée entre les valeurs posturales et céphalométriques dans le groupe sain étudié. Ces résultats complètent ceux de Ferrario³ qui, dans une étude récente a démontré que les modifications du centre de pression podal ne seraient pas influencées ni par les troubles de l'articulation temporo-mandibulaire, ni par les différents types d'occlusion asymétrique.

Il serait en outre intéressant d'effectuer les mêmes enregistrements dans un groupe de patients présentant diverses pathologies et de tester, par l'observation des différentes valeurs posturales, s'il est possible de différencier chaque type de pathologie (la plate-forme serait alors une excellente aide au diagnostic).

5. Conclusions

Les modifications du centre de pression podal chez les 45 adolescents n'étaient influencées ni par la typologie craniofaciale, ni par l'occlusion dentaire.

Cette constatation pourrait s'expliquer soit par le jeune âge des volontaires, soit par l'ordre des

tests, soit par le choix des mesures, soit par la faible gravité des dysmorphoses.

Les résultats suggèrent que, chez des adolescents en bonne santé générale par ailleurs, les dysmorphoses mineures ou modérées ne semblent pas se répercuter sur la posture du corps dans sa globalité.

Inversement, les troubles de posture accompagnant des dysmorphoses modérées sont peut-être trop faibles pour être détectés par l'analyse du centre de pression podal.

Bibliographie

1. Bench RW. Growth of the cervical vertebrae as related to tongue, face and denture behavior. *Am J Orthodont* 1963;49:183-214.
2. Bizzo G, Guillet N, Patat A, Gagey PM. Specifications for building a vertical force platform designed for clinical stabilometry. *Med Biol Eng Comput* 1985;23:474-6.
3. Ferrario V, Sforza C et al. Head posture and cephalometric analyses. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994;106:257-66.
4. Huggare J, Raustia A. Head posture and cervicovertebral and craniofacial morphology in patients with craniofacial dysfunction. *Cranio* 1992;10:173-7.
5. Kapteyn T, Bles W, Nliokiktjien C, Kodde L, Massen C, Mol J. Standardization in platform stabilometry being part of posturography. *Cranio* 1983;24:321-6.
6. Katz M. Angle classification revisited. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992;102:277-84.
7. Makofsky H, Sexton T, et al. The effect of the head posture and its implication in the organization of the craniofacial architecture. *Cranio* 1989;7:286-92.
8. Marcotte R. Head posture and dentofacial proportions. *Angle Orthod* 1981;51:208-13.
9. Mohl N. Head posture and its role in occlusion. *NY State Dent J* 1976;42:17-23.
10. Paulus H, Straube J, Brandt R. Visual stabilization of posture. *Brain* 1984;107:1143-67.
11. Ricketts R. Cephalometric analysis and synthesis. *Angle Orthod* 1961;31:141-56.
12. Romette D. Profil facial et colonne vertébrale. *Orthod Fr* 1972;43:497-503.
13. Solow B, Tallgren A. Natural head position in standing subjects. *Acta Odontol Scand* 1971;29:591-607.
14. Solow B, Tallgren A. Posture de la tête et morphologie cranio-faciale. *Rev Orthod Dento Faciale* 1977;11:405-26.