

UNIVERSITE de NANTES

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année : 2008

Thèse n°40

POSTURE ET APPAREIL MANDUCATEUR

THESE

pour le

DIPLOME D'ETAT

de

DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

Aurélia CRESTE
épouse ABDELLI

Née le 6 janvier 1981

le 23 Octobre 2008 devant le jury ci-dessous

Président : Monsieur le Professeur Alain JEAN

Assesseur : Monsieur le Docteur François BODIC

Assesseur : Monsieur Thierry JALLAIS

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Alain HOORNAERT

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	9
1. L'appareil manducateur	11
1.1 L'articulation temporo-mandibulaire :	12
1.1.1 Ontogenèse	12
1.1.2 Anatomie descriptive.....	15
1.1.2.1 Surfaces articulaires osseuses	16
1.1.2.1.1 Surface articulaire du temporal	16
1.1.2.1.2 Surface articulaire mandibulaire.....	17
1.1.2.2 Appareil discal	17
1.1.3 Physiologie	21
1.2 Les maxillaires.....	23
1.2.1 Rapports osseux	23
1.2.2 Ontogenèse	24
1.2.2.1 L'os maxillaire	24
1.2.2.1.1 Embryogenèse	24
1.2.2.1.2 Croissance	25
1.2.2.2 L'os mandibulaire	25
1.2.3 Anatomie descriptive.....	26
1.3 Muscles du système manducateur	28
1.3.1 muscles élévateurs de la mandibule	28
1.3.2 Muscles abaisseurs de la mandibule	33
1.3.2.1 Muscles sus hyoïdiens, abaisseurs directs	33
1.3.2.1.1 Muscle génio-hyoïdien	33
1.3.2.1.2 Muscle mylo-hyoïdien	33
1.3.2.1.3 Muscle digastrique.....	33
1.3.2.1.4 Muscle stylo hyoïdien.....	34
1.3.2.2 Muscles sous-hyoïdiens, abaisseurs indirects	34
1.3.2.2.1 Muscle sterno-thyroïdien	34
1.3.2.2.2 Muscle thyro-hyoïdien	35
1.3.2.2.3 Muscle sterno-cléïdo- hyoïdien	35
1.3.2.2.4 Muscle omo-hyoïdien	35
1.3.3 Muscles cervicaux.....	36
1.3.3.1 Couche superficielle	36
1.3.3.2 Couche profonde	36
1.3.4 Autres muscles	36
1.3.4.1 Muscles des joues.....	36
1.3.4.2 Muscles de la langue	36
1.3.4.2.1 Muscles extrinsèques	36
1.3.4.2.2 Muscles intrinsèques.....	37
1.3.4.3 Muscles de l'oropharynx	37
1.4 Les dents.....	37
1.4.1 Organogenèse.....	37
1.4.1.1 Le stade lame dentaire	37

1.4.1.2 Le stade bourgeon	38
1.4.1.3 Le stade cupule.....	38
1.4.1.4 Le stade cloche.....	38
1.4.1.5 La formation de la racine et de la pulpe des dents temporaires	39
1.4.1.6 L'éruption des dents temporaires	39
1.4.2 Anatomie dentaire	40
1.4.3 Rôles de la dent.....	41
1.5 La respiration.....	44
1.5.1 L'orifice piriforme	44
1.5.2 Quelques données chiffrées sur la respiration	44
1.5.3 Pathologie : le respirateur buccal.....	45
1.6 La déglutition.....	48
1.6.1 Mécanisme.....	48
1.6.1.1 Phase buccale	49
1.6.1.2 Phase pharyngienne	49
1.6.1.3 Phase oesophagienne	49
1.6.2 Quelques chiffres sur la déglutition	50
1.6.3 Pathologie : la déglutition atypique	50
1.6.3.1 Les moyens de diagnostic	51
1.6.3.2 Les types de déglutition :.....	51
1.6.3.3 Les étiologies de la déglutition atypique :	52
1.6.3.4 Les pathologies provoquées :.....	52
1.7 La mastication	54
1.7.1 Acquisition et développement chez le jeune enfant.....	54
1.7.1.1 Mastication de type infantile.....	54
1.7.1.2 Mastication de type adulte	55
1.7.2 Biomécanique	55
1.7.2.1 Description de la mastication.....	55
1.7.2.2 Description d'un cycle de mastication	56
1.7.2.3 Enveloppe fonctionnelle	58
1.7.3 Quelques chiffres sur la mastication	59
1.8 La phonation.....	59
1.8.1 Acquisition et développement	59
1.8.2 Importance des dents, des lèvres et de la langue dans la phonation.....	60
1.8.2.1 Les dents	61
1.8.2.2 Les lèvres	61
1.8.2.3 La langue.....	61
1.8.3 Enveloppe fonctionnelle.....	62
1.8.4 Pathologie : les altérations de la dimension verticale	62
1.8.4.1 Incidences d'une diminution de la dimension verticale	62
1.8.4.2 Incidences d'une surévaluation de la dimension verticale	63
1.8.5 Conséquences thérapeutiques	63
1.9 Le comportement	64
1.9.1 L'appareil manducateur, miroir des émotions	64
1.9.2 L'appareil manducateur, soupape du stress (Slavicek)	65
1.9.2.1 Le stress	65
1.9.2.2 Le bruxisme	66
1.9.2.2.1 Lien hypothétique entre le stress et l'apparition d'un bruxisme	66

1.9.2.2.2 Définition	66
1.9.2.2.3 Etiologies reconnues du bruxisme	67
1.9.2.4.4 Impact dentaire, osseux, musculaire et articulaire.....	69
1.9.2.3 Les DAM	70
1.9.2.3.1 Lien hypothétique entre le stress et l'apparition des DAM	70
1.9.2.3.2 Définition	70
1.9.2.3.3 Etiologies reconnues des DAM.....	70
1.9.2.3.4 Impact dentaire, musculaire, articulaire et à distance.....	71
1.9.2.4 Profil psychologique des patients se plaignant de douleurs oro-faciales	72
1.10 La posture	73
1.10.1 Acquisition et développement : phylogenèse	73
1.10.1.1 La posture globale	73
1.10.1.2 La posture de la tête et du cou.....	76
1.10.1.3 La posture mandibulaire	78
1.10.2 Acquisition et développement : ontogenèse	78
1.10.2.1 La posture globale	78
1.10.2.2 La posture de la tête et du cou.....	80
1.10.1.3 La posture mandibulaire	81
1.10.3 Modifications de la posture	82
1.10.3.1 Posture mandibulaire	82
1.10.3.2 Posture de la tête et du cou	82
2 L'occlusion : principes de base	83
2.1 L'occlusion d'intercuspidie maximale ou O.I.M.....	83
2.1.1 Définition.....	83
2.1.2 Cuspides et points supports de l'occlusion.....	83
2.1.3 Classification dento-dentaire	88
2.1.4 Rapports dento-dentaires	89
2.1.4.4 Rapports occlusaux transversaux	91
2.1.5 Position à référence dentaire.....	91
2.1.6 Pourquoi faire l'examen en P.I.M.?	92
2.2 L'occlusion de relation centrée ou O.R.C.	92
2.2.1 Définition.....	92
2.2.2 Méthodes d'enregistrement	92
2.2.3 Intérêts de la relation centrée.....	94
2.2.4 Inconvénients de la relation centrée.....	94
2.2.5 Position à référence articulaire	95
2.3 L'espace libre d'inocclusion physiologique.....	95
2.3.1 Définition.....	95
2.3.2 Pourquoi est-ce important.....	96
2.3.3 Neurophysiologie	96
2.3.4 Le chemin de fermeture physiologique	97
2.4 La malocclusion.....	97
2.4.1 L'examen occlusal	97
2.4.2 Définition.....	98
2.4.3 Anomalies de centrage : position mandibulaire en O.I.M.....	98
2.4.4 Anomalies de calage : stabilisation mandibulaire en O.I.M.....	99
2.4.4.1 Instabilité de l'occlusion.....	99
2.4.4.2 O.I.M. imprécise	99

2.4.4.3 Anomalie de calage occlusal postérieur	99
2.4.4.4 Anomalie de calage occlusal antérieur	100
2.4.5 Anomalies de guidage : trajectoires d'accès à la position mandibulaire en O.I.M	100
2.4.5.1 Interférences occlusales	100
2.4.5.2 Pré maturités occlusales	101
2.4.6 Liens reconnus entre troubles de l'occlusion et D.A.M.	101
3 Le système stomatognathique idéalisé : normes admises	102
3.1 Principes de normalités occlusales de Gola, Chossegros et Orthlieb	102
3.2 Caractéristiques dentaires	103
3.2.1 Etat dentaire	103
3.2.2 Rapports interdentaires	103
3.2.3 Rapports interarcades	103
3.3 Caractéristiques ostéo-articulaires	104
3.3.1 Rapports interosseux	104
3.3.2 Absence de bruit articulaire	104
3.3.2 Symétrie statique et dynamique	106
3.3.2.1 Symétrie statique	106
3.3.2.2 Symétrie dynamique	106
3.3.3 Absence de limitation fonctionnelle	106
3.4 Caractéristiques neuro-musculaires	107
3.4.1 Absence de douleur spontanée	107
3.4.2 Absence de douleur à la palpation	108
3.4.3 Tests complémentaires	111
4 Le système postural	113
4.1 La posture érigée	113
4.1.1 Définition	113
4.1.2 Les muscles posturaux : appareil d'exécution	114
4.1.3 Le tonus	115
4.1.3.1 Le tonus musculaire	115
4.1.3.2 Le tonus antigravitationnel ou antigravifique	118
4.1.4 Les chaînes musculaires	119
4.1.4.1 Françoise Mézières	119
4.1.4.2 René Bourdiol	120
4.1.4.3 Godelieve Struyf-Denis	121
4.1.4.4 Léopold Busquet	122
4.1.5 La posture idéale	123
4.1.5.1 Description de Bernard Bricot en 1996	123
4.1.5.2 Description de René Bourdiol en 1980	124
4.2 L'équilibre statique et dynamique	125
4.2.1 Définitions	125
4.2.1.1 Rappel de physique	125
4.2.1.2 Application au corps humain	126
4.2.2 Moyens d'exploration de l'équilibre postural (techniques instrumentales)	127
4.2.2.1 Analyse statique	128
4.2.2.2 Analyse dynamique	129
4.2.2.2.1 Plantes-formes	129
4.2.2.2.2 Etude cinématique tridimensionnelle	131

4.2.2.3 L'électromyographie	133
4.2.3 Acquisition de l'équilibre chez l'enfant	133
4.2.3.1 Différences concernant les techniques de stabilisation posturale chez l'enfant et chez l'adulte.....	133
4.2.3.2 Mécanisme chez l'enfant sain	133
4.2.3.2.1 L'acquisition de la marche autonome : 12 mois à 18 mois environ	135
4.2.3.2.2 Première période charnière : 7 ans	136
4.2.3.2.3 Deuxième période charnière : l'adolescence	136
4.2.4 Stratégies d'équilibration.....	137
4.2.4.1 Choix du référentiel du contrôle postural	138
4.2.4.2 Mode de contrôle de la posture érigée ou mode de couplage articulaire (selon Nashner 1985)	138
4.2.4.3 Stratégies motrices	139
4.2.4.4 Stratégies pluri-articulaires	140
4.3 La posturologie	144
4.3.1 Rapide historique	144
4.3.2 But de la posturologie	144
4.3.3 Le posturologue	145
4.3.4 Le système postural fin.....	145
4.3.4.1 Choix des termes	146
4.3.4.2 Finalité du système	146
4.3.5 Les capteurs contribuant à l'équilibration	147
4.3.5.1 Capteurs primaires.....	147
4.3.5.2 Capteurs secondaires	148
4.3.6 Justification.....	149
4.3.7 Pathologies posturales	149
4.3.7.1 Sémiologie	149
4.3.7.2 Etiologies	150
4.3.7.3 Démarche diagnostique	150
4.3.7.3.1 Entretien clinique.....	150
4.3.7.3.2 Examen clinique postural par le biais des tests posturaux (non exhaustif)	151
4.3.7.4 Le syndrome de déficience posturale	156
5 Le chirurgien-dentiste face aux désordres posturaux	158
5.1 Occlusion et posture.....	158
5.1.1 Hypothèse	158
5.1.2 Etat de la littérature	159
5.1.3 Diagnostic : trouble occlusal et postural associés.....	161
5.1.3.1 Entretien clinique	161
5.1.3.2 Examen clinique : les méthodes diagnostiques.....	162
5.1.3.2.1 Examen postural statique	163
5.1.3.2.2 Posture et chaînes musculaires	164
5.1.3.2.3 Tests posturaux et compresse interdentaire	167
5.1.3.2.4 Le test ou procédure de Meerssman	169
5.1.3.3 Techniques d'analyse paracliniques : la stabilométrie	169
5.1.4 Hypothèses explicatives	172
5.1.5 Traitement à mettre en œuvre	173
5.2 A.T.M. et posture.....	174
5.2.1 Hypothèse	174

5.2.2 Etat de la littérature	174
5.2.3 Diagnostic : trouble temporo-mandibulaire et postural associés	176
5.2.3.1 Entretien clinique	176
5.2.3.2 Examen clinique : les méthodes diagnostiques.....	177
5.2.3.2.1 Procédure de Meerssman	177
5.2.3.2.2 Axiogrammes posturaux	178
5.2.3.2.3 Stabilométrie	179
5.2.4 Explications sur le plan anatomique (hypothèses non validées)	179
5.2.5 Traitement à mettre en œuvre	183
5.3 Muscles manducateurs et posture	185
5.3.1 Hypothèse	185
5.3.2 Etat de la littérature	185
5.3.3 Diagnostic : trouble musculaire de l'appareil manducateur et trouble postural associés.....	187
5.3.3.1 Entretien clinique	187
5.3.3.2 Examen clinique : les méthodes diagnostiques.....	187
5.3.4 Explications sur le plan anatomique	187
5.3.5 Traitement à mettre en œuvre	189
5.4 Langue et posture.....	189
5.4.1 Hypothèse	189
5.4.2 Etat de la littérature	190
5.4.3 Diagnostic : trouble lingual et postural associés.....	191
5.4.3.1 Entretien clinique	191
5.4.3.2 Examen clinique : les méthodes diagnostiques.....	191
5.4.4 Explications sur le plan anatomique	192
5.4.5 Traitement spécifique à mettre en œuvre	193
5.5 Traitement : prise en charge globale de l'appareil manducateur et des troubles de la posture.....	194
5.5.1 Traitement préventif.....	194
5.5.2 Conseils d'hygiène de vie.....	195
5.5.3 Les soins dentaires	195
5.5.4 Le traitement occlusodontique.....	195
5.5.5 Traitements médicaux	196
5.5.6 Traitement chirurgical	196
5.5.7 Suivi postural obligatoire	196
5.6 Conclusion : point commun des malades posturaux.....	197
6 Diagnostic différentiel pouvant être réalisé au cabinet dentaire	197
6.1 Problèmes posturaux d'origine visuelle	198
6.1.1 Rappel anatomique.....	198
6.1.1.1 Généralités	198
6.1.1.2 Les tuniques constituant le globe oculaire.....	199
6.1.1.2.1 La tunique fibreuse	199
6.1.1.2.2 La tunique vasculaire	199
6.1.1.2.3 La tunique nerveuse	199
6.1.1.3 Les structures intrabulbaires	200
6.1.1.3.1 Les chambres de l'œil	200
6.1.1.3.2 Le cristallin.....	201
6.1.1.3.3 Le corps vitré.....	201

6.1.1.4 Muscles du bulbe de l'œil	201
6.1.2 Démarche diagnostique pour la recherche d'un trouble postural	203
6.1.2.1 Entretien clinique	203
6.1.2.2 Etude des signes fonctionnels	203
6.1.2.3 Examen clinique	204
6.1.3 Test diagnostique rapide : le test de l'aimant	206
6.2 Problèmes posturaux d'origine dento-manducatrice	206
6.2.1 Rappel anatomique	206
6.2.2 Démarche diagnostique	206
6.2.2.1 Entretien clinique	206
6.2.2.2 Etude des signes fonctionnels	207
6.2.2.3 Examen clinique	207
6.2.3 Test diagnostique rapide	209
6.3 Problèmes posturaux d'origine podale	210
6.3.1 Rappel anatomique	210
6.3.1.1 L'astragale	211
6.3.1.2 La ferme podale	211
6.3.1.2.1 L'arbalétrier postérieur : le calcaneum	211
6.3.1.2.2 Le fâte : les os moyens du tarse	211
6.3.1.2.3 L'arbalétrier antérieur : la palette métatarsienne	212
6.3.1.3 Le système ligamentaire	212
6.3.1.4 Vision dynamique du pied	212
6.3.2 Démarche diagnostique	213
6.3.2.1 Entretien clinique	213
6.3.2.2 Etude des signes fonctionnels	214
6.3.2.3 Examen clinique	214
6.3.3 Test diagnostique rapide : verticale de Barré	216
6.4 Problèmes posturaux d'origine proprioceptive	217
6.4.1 Rappel anatomique	217
6.4.1.1 Description des différents capteurs	218
6.4.1.1.1 Les récepteurs musculaires	218
6.4.1.1.2 Les récepteurs articulaires	218
6.4.1.1.3 Les récepteurs cutanés	219
6.4.1.1.4 Les récepteurs vestibulaires	220
6.4.1.1.5 Les afférences de la vision périphérique	220
6.4.2 Démarche diagnostique pour la recherche d'un trouble postural	221
6.4.2.1 Entretien clinique	221
6.4.2.2 Etude des signes fonctionnels	221
6.4.2.3 Examen clinique	221
6.4.3 Test diagnostique rapide	222
6.5 Problèmes posturaux d'origine cutanée : cicatrices et dermatoses	222
6.5.1 Rappel anatomique	222
6.5.1.1 Les extérocepteurs cutanés	222
6.5.2 Démarche diagnostique	224
6.5.2.1 Entretien clinique	224
6.5.2.2 Etude des signes fonctionnels	224
6.5.2.3 Examen clinique	224
6.5.3 Test diagnostique rapide	225

6.6 Problèmes posturaux d'origine vestibulaire	225
6.6.1 Rappels anatomiques	225
6.6.1.1 Généralités	225
6.6.1.1.1 L'organe sensoriel	226
6.6.1.1.1.1 Les canaux semi-circulaires	227
6.6.1.1.1.2 Le vestibule	227
6.6.1.1.2 L'organe de transmission : le nerf vestibulaire	228
6.6.1.1.3 Les connections avec le système nerveux central	228
6.6.1.1.3.1 Voies efférentes vestibulofuges	228
6.6.1.1.3.2 Voies afférentes vestibulopètes	229
6.6.2 Renseignements utiles à recueillir	229
6.6.2.1 Entretien clinique	229
6.6.2.2 Signes fonctionnels	230
6.6.2.3 Examen clinique	230
6.6.3 Test diagnostic rapide	231
7 Intérêt d'un traitement pluridisciplinaire : examens et traitements complémentaires	231
7.1 Le kinésithérapeute	232
7.2 Le podologue	235
7.3 L'ostéopathe	237
7.4 L'ophtalmologiste et l'orthoptiste	239
7.4.1 L'ophtalmologiste	239
7.4.2 L'orthoptiste	240
7.5 Le psychiatre et le psychothérapeute	243
7.6 L'O.R.L.	243
7.7 Le neurologue	244
7.8 L'orthophoniste	246
CONCLUSION	248
ANNEXES	249
TABLE DES ILLUSTRATIONS	250
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	253

INTRODUCTION

Les rapports entre le système manducateur et la posture de l'individu ont déjà fait l'objet de nombreuses recherches (livres, articles, thèses...). Ce sujet excite la curiosité des chirurgiens dentistes et d'autres professionnels de la santé depuis une vingtaine d'années. Il n'est pas difficile de trouver des sources documentaires pour s'informer sur le sujet : la preuve de la vulgarisation du sujet nous est donnée sur internet. Dans un moteur de recherche comme google, on nous propose 65200 entrées rien que pour le terme posturologie!!! Le sujet rassemblant posture et occlusion dentaire compte encore 10800 entrées et malgré la précision de la demande, les termes posture et système manducateur nous donnent 409 réponses. Nous allons y trouver surtout de la publicité (cours, livres, cabinets de posturologie ou associations...). Malheureusement, il y a peu de textes à caractère scientifique et qui soient validés. La question est épineuse, ambiguë, mais pleine d'intérêts. Il faut seulement savoir distinguer le vrai du faux et trouver une justification à ces hypothèses. C'est l'objet de ce travail.

Cet intérêt pour la discipline est né de notre passage au sein de la consultation pour D.A.M. du centre de soins dentaires du C.H.U. de Nantes. Nous avons l'habitude d'y voir des patients ayant écumés tous les cabinets médicaux et paramédicaux imaginables dans le but de trouver un soulagement à leurs douleurs. L'angoisse principale des patients concerne les éventuels bruits et douleurs de l'articulation temporomandibulaire, les blocages bouche ouverte, les migraines et les acouphènes. Mais il est un signe que les patients ne remarquent pas et que l'on constate de suite à l'examen clinique : ces patients sont tous hyper contractés (muscles de l'appareil manducateur et région nucale principalement) de manière totalement involontaire et le plus souvent inconsciente... Et leurs douleurs sont parfois très éloignées de la sphère dentaire.

Le descriptif anatomique et fonctionnel de l'appareil manducateur est essentiel à la compréhension des répercussions de ce phénomène. Nous sommes convaincus que c'est par l'étude anatomique que l'on comprend l'essentiel en médecine.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, nous allons décortiquer l'appareil manducateur sur le plan descriptif et fonctionnel. En effet, notre métier ne se limite pas uniquement au soin des dents et de ses pathologies. Il couvre aussi l'ensemble des douleurs faciales et temporo-mandibulaires. Il nous faudra étudier la relation entre la posture globale de l'individu, la position de la tête et du cou, l'articulation temporo-mandibulaire et l'occlusion dentaire. Dans un deuxième temps, viendra l'étude de l'occlusion statique et dynamique. Le sujet posé et notre champ d'analyse déterminé, il est important de se fixer des normes utiles au diagnostic et au traitement. Pour clore cette présentation, nous développerons le système postural (l'acquisition de la bipédie et de l'équilibre chez l'enfant, la posturologie et la description du « malade postural »). Mais l'objectif de cette thèse est de mettre en évidence les liens qui ont pu être établis entre occlusion et posture, articulation temporo-mandibulaire et posture, muscles manducateurs et posture, langue et posture. Cela nous mènera à rechercher des points communs à ces patients, points communs qui auraient là encore une explication rationnelle sur le plan anatomique.

Les liens de causalité sont encore incertains et les avis sont partagés ; du coup, le chirurgien dentiste est bien souvent démuni face au « malade postural » que lui envoie pour traitement le posturologue. Les ostéopathes servent alors de relais au traitement des douleurs incomprises avec pour seule hypothèse la piste nucale. Cependant, comme nous pourrons le voir, les ostéopathes pensent qu'il y a bien d'autres capteurs en jeu. Nous allons tenter d'approcher le

travail de ces posturologues par le biais de quelques tests simples et réalisables au cabinet dentaire et montrer l'importance d'un travail en équipe. Car là où s'arrêtent nos compétences commencent celles des autres...

1. L'appareil manducateur :

Un rappel [5] de ce qu'est l'arc branchial est nécessaire pour bien comprendre l'ontogenèse des parties citées ci-dessous. L'arc branchial est constitué d' :

- un squelette cartilagineux ;
- un élément musculaire ;
- une arcade artérielle tendue, du bulbe aortique ventral à l'aorte dorsale ;
- un nerf crânien.

Premier arc branchial :

- cartilage de Meckel ;
- muscles manducateurs (masséter, temporal et ptérygoïdiens) ;
- muscle du marteau, pérystaphylin latéral, mylo-hyoïdien et ventre antérieur du digastrique ;
- artère maxillaire ;
- nerf trijumeau.

Deuxième arc branchial :

- cartilage de Reichert (petites cornes de l'os hyoïde et apophyse styloïde) ;
- muscles de la face et piliers antérieurs du voile du palais ;
- nerf facial.

Troisième arc branchial :

- os hyoïde ;
- muscles du pharynx et piliers postérieurs du voile du palais ;
- nerf glosso-pharyngien.

Quatrième et cinquième arcs branchiaux :

- cartilage thyroïde ;
- muscles du larynx, du pharynx et sterno-cléido-mastoïdiens ;
- nerfs pneumogastrique et spinal.

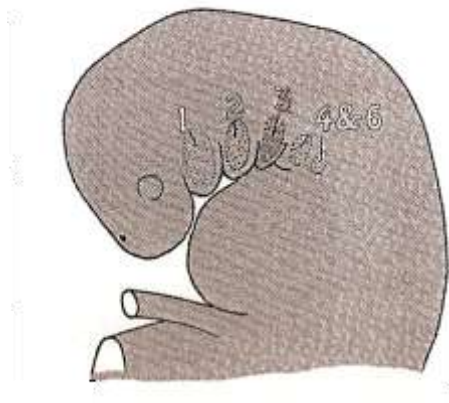


Figure 1- Distribution des arcs branchiaux chez l'embryon (d'après Amigues 2003)

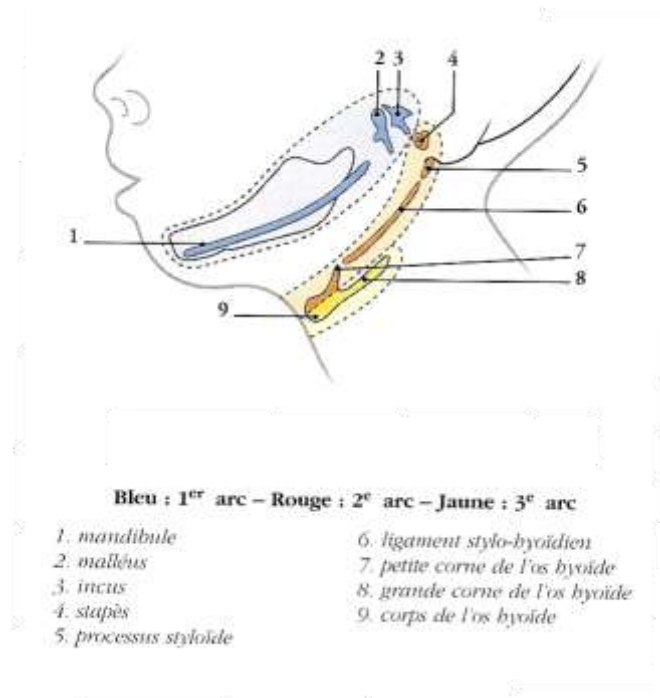


Figure 2 - Evolution des cartilages branchiaux (d'après Kamina 2002)

1.1 L'articulation temporo-mandibulaire :

1.1.1 Ontogenèse :

L'ontogenèse comprend l'embryogenèse et la croissance tissulaire :

Embryogenèse :

Elle est particulière :

- les blastèmes du temporal et de la mandibule ont une origine différente, à l'inverse des autres articulations du corps humain ;
- les points d'ossification osseux et les ébauches musculaires de l'appareil manducateur apparaissent en même temps ;
- la fonction articulaire apparaît très précocement ;
- le muscle ptérygoïdien latéral possède une situation à la fois extra et intra-articulaire permettant la création de l'appareil discal ;
- la tête condylienne a la capacité de s'adapter de façon permanente grâce au cartilage de croissance condylien ;
- l'articulation temporo-mandibulaire et l'oreille moyenne sont en étroite relation l'une par rapport à l'autre (durant les premiers mois de vie, il persiste une communication entre l'articulation et la caisse du tympan par le biais de la scissure pétro-tympanique).

Son origine est double : neurale (blastème crânien ou temporal) et brachiale (blastème mandibulaire). Il est grossièrement admis que la région neurale (neurocrâne) donne naissance à la boîte crânienne et la région brachiale (splanchnocrâne ou viscérocrâne) à la face. Le blastème temporal (à l'origine de la surface articulaire temporale) apparaît un peu en retard face au blastème condylien (à l'origine du condyle). La formation de l'ATM commence tardivement aux alentours de la huitième semaine intra-utérine. Deux centres osseux - le noyau condylien et le noyau zygomatoco-squamosal - constituent le point de départ du squelette de l'articulation. Entre les noyaux osseux mandibulaire et temporal se trouve le blastème branchial Méckelien destiné à former le disque, les freins, la capsule et les surfaces articulaires.

L'ébauche membraneuse mandibulaire se développe avant tout en dehors du cartilage de Meckel (squelette cartilagineux transitoire du premier arc branchial). Il apparaît, suite aux stimulations biomécaniques d'origine musculaire, des points de chondrification secondaire au sein de la maquette squelettique membraneuse : condyle (10 à 12^{ème} semaine), symphyse (15^{ème} semaine) et coroné (17 à 22^{ème} semaine). Ces cartilages secondaires vont progressivement s'ossifier, soit avant la naissance, soit peu après. Le cartilage condylien, en forme de cône à pointe inférieure, contribue à la croissance du ramus et s'ossifie de façon progressive de la périphérie vers le centre. Finalement, à la naissance, ne subsiste qu'une coiffe condylienne cartilagineuse qui jouera un rôle dans la formation et l'adaptation du condyle jusqu'à la fin de la croissance (jusqu'à la mort, pour certains auteurs).

Une fois individualisées, les deux ébauches temporale et mandibulaire vont migrer l'une vers l'autre pour se rejoindre à la 12^{ème} semaine. Elles se retrouvent séparées par l'ébauche du muscle ptérygoïdien latéral, issu du mésenchyme et situé entre les blastème temporal et mandibulaire. L'ébauche de l'appareil discal va coiffer l'apophyse condylienne à la 10^{ème} semaine intra-utérine.

Parallèlement à l'ossification des ébauches articulaires, les ébauches des muscles masticateurs apparaissent mais demeurent indépendants des maquettes squelettiques. Vers la 8^{ème} ou 9^{ème} semaine intra-utérine se forment les tendons ainsi que les lames aponévrotiques. Enfin, à la 10^{ème} semaine, les muscles vont s'ancrer à l'ébauche du squelette cranio-facial. Poursuivant l'assemblage des éléments entre eux, en quête de stabilité, les ligaments se forment à la 11^{ème} semaine par condensation du mésenchyme.

Croissance :

La croissance débute pendant l'embryogenèse et se termine vers l'âge de 20 ans. La croissance de l'articulation temporo-mandibulaire dépend :

- essentiellement de la génétique ;
- de facteurs hormonaux ;
- de facteurs nutritionnels ;
- de l'environnement ;
- du potentiel condylien ;
- des modifications liées aux fonctions de la manducation (stimulation musculaire) ;
- des modifications non liées à la manducation (phénomènes de flexion basi-crânienne lors du redressement de la tête, accroissement transversal du chondrocrâne et poussée encéphalique).

Il y a une relation entre la forme et la fonction :

Au stade succion, la fosse glénoïde et la fosse temporale sont sur le même plan et dans le prolongement du plan occlusal. Le condyle mandibulaire est à peine ébauché et glisse sous la base du crâne pour permettre le mouvement de traite.

Au stade mastication, il y a remodelage osseux avec apposition d'os sur le tubercule zygomatique et résorption au niveau de la fosse glénoïde. Les mouvements mandibulaires permettent ainsi la formation des reliefs inexistantes auparavant. De même, les surfaces articulaires d'origine membraneuse doivent leur adaptation fonctionnelle aux forces de frottements induites par les mouvements de succion, puis de mastication. Le tissu fibreux articulaire apparaît avec la fonction. Ces transformations vont amener l'articulation en position sous crânienne et horizontale.

A la naissance, les condyles sont à peine ébauchés et la capsule est le seul élément passif de stabilité de l'articulation [74]. Il existe une hyper laxité de l'articulation temporo-mandibulaire : la fosse glénoïde est presque plate, le tubercule articulaire n'est pas encore formé et la capsule est le seul élément passif de stabilité de l'articulation. Cette laxité va permettre aux surfaces osseuses et au ménisque de se modeler au fur et à mesure que les muscles entrent en jeu et que se forme l'articulé dentaire. Pour Petrovic (1972), le muscle ptérygoïdien latéral contribue à la régulation de la croissance condylienne. Landouzy (1993) voit les muscles ptérygoïdiens latéraux comme des relais terminaux importants de l'effet que la langue exerce sur la croissance du cartilage condylien.

Le disque est une structure qui évolue : chez le fœtus, il est innervé et vascularisé (cette caractéristique disparaît avec la manducation). À la naissance, c'est une simple lame de collagène. A l'âge de 4 ans, lorsque la mastication est devenue efficace, cette lame est renforcée par des bourrelets antérieur et postérieur. Entre 8 et 12 ans, les bourrelets sont bien individualisés et seront totalement différents à la fin de la période en denture mixte, selon la classe d'Angle (1, 2 ou 3). La forme discale définitive provient de l'apparition de la denture et de l'évolution du mouvement masticatoire passant de la propulsion lors de la succion à la translation et aux mouvements complexes lors de la mastication. La dentition temporaire va jouer un rôle primordial dans l'apparition et le maintien de la dimension verticale d'occlusion, mais surtout dans le positionnement des condyles mandibulaires. C'est pour cette raison qu'il ne faut pas laisser la denture temporaire se délabrer.

La croissance osseuse s'établit de deux manières :

- **ossification cartilagineuse (enchondrale)** : elle intéresse la base du crâne (chondrocrâne) et se met en place au troisième mois in utero. On compte parmi les synchondroses soumises à l'ossification enchondrale, les sutures sphéno-ethmoïdale, inter-sphénoïdale, sphéno-occipitale, inter-occipitale et pétro-occipitale ;
- **ossification membraneuse** : elle intéresse le massif facial et la voûte du crâne. Les points d'ossification s'étendent pour former les sutures péri-maxillaire, cranio-faciale, coronale, lambdoïde et sagittale. Cette seconde partie vient s'adapter à la maquette cartilagineuse déjà en place.

Attention, certains os comme le temporal (l'écaille et l'anneau tympanique sont d'origine membranaire, tandis que la partie pétreuse est cartilagineuse) et le sphénoïde combinent les deux types d'ossification lors de leur croissance.

La croissance de la voûte crânienne est de durée courte, avec pour seul facteur de développement, l'encéphale. Elle se termine lors de l'éruption de la dent de six ans, ce qui correspond à l'entrée dans la phase de pré-puberté. A cette période, on considère que l'articulation occupe sa place définitive en profondeur.

La croissance de la face est discontinue et s'effectue donc sur une plus longue période. Elle est soumise à l'influence de multiples facteurs : les contractures musculaires, les tensions des aponévroses, le comportement... Il est donc possible de débiter un traitement d'orthodontie relativement tard.

1.1.2 Anatomie descriptive :

L'A.T.M. est une articulation complexe et fragile suspendue à la base du crâne. Elle possède comme les autres articulations du corps, des surfaces articulaires, une capsule, des ligaments et une synoviale. Mais elle en diffère car elle est traversée par une lame tendineuse - issue du chef supérieur du ptérygoïdien latéral - différenciée en un disque solidaire du condyle mandibulaire.

L'A.T.M. est une diarthrose bi condylienne à disque interposé divisant l'espace en compartiments supérieur ou disco-temporal et inférieur ou disco-condylien. Cette articulation est bilatérale, symétrique et représente la seule articulation mobile de la face. Sa physiopathologie est complexe, car elle fonctionne en synergie avec l'articulation controlatérale : il existe un mouvement compensatoire de l'une par rapport à l'autre dans tous les plans de l'espace (frontal, sagittal et horizontal).

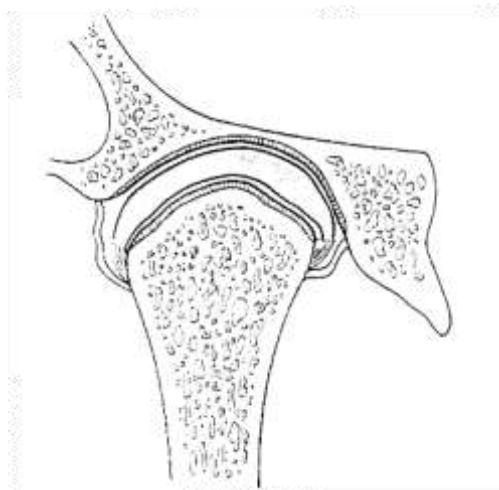


Figure 3- Articulation temporo-mandibulaire de face :
surfaces osseuses et cartilagineuses (d'après Levy et Meyer 1998)

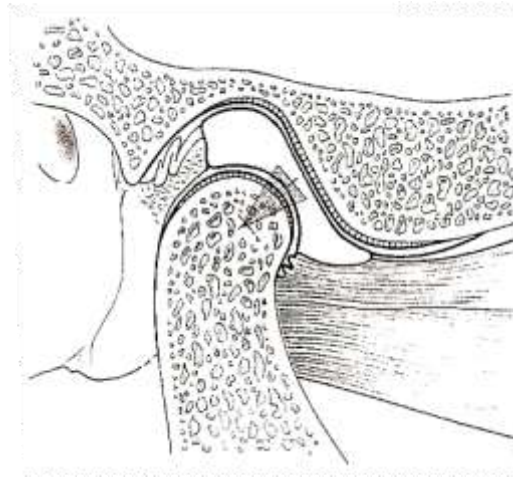


Figure 4 - Articulation temporo-mandibulaire de profil : surfaces osseuses et cartilagineuses (d'après Levy et Meyer 1998)

1.1.2.1 Surfaces articulaires osseuses :

1.1.2.1.1 Surface articulaire du temporal :

La fosse mandibulaire ou cavité glénoïde :

La portion horizontale de l'écaille du temporal est creusée d'une dépression profonde, à grand axe oblique en avant et en dedans. De forme triangulaire, à base externe, elle est située en avant du méat acoustique externe et en arrière du condyle temporal (ou racine transverse de l'apophyse zygomatique encore appelé tubercule articulaire). La fosse mandibulaire est traversée par la scissure pétro-tympano-squameuse dite de Glaser. Elle sépare la fosse mandibulaire en :

- *partie antérieure articulaire* recouverte de tissu fibreux articulaire et appartenant à l'écaille du temporal ;

Attention, tous les auteurs ne partagent pas l'opinion de Gaudy (2003). Il est clairement mentionné dans le syndrome algo-dysfonctionnel de l'appareil manducateur de Gola, Chossegros et Orthlieb (1995) que la partie pré-glasérienne n'est pas articulaire et n'est pas recouverte de tissu fibreux mais de périoste.

- *partie postérieure non articulaire* prolongeant le corps du conduit auditif externe et appartenant au tympanal.

Le tubercule articulaire :

C'est une saillie transversale arrondie oblique en arrière, en dedans et en bas. Ce tubercule articulaire est situé entre la fosse infra-temporale en avant et la fosse glénoïde en arrière. Il est convexe dans le sens antéro-postérieur et un peu concave transversalement, mais du tissu

fibreuse articulaire rétablit une convexité dans tous les sens. La souplesse et l'élasticité de ce tissu facilite le glissement, protège les surfaces osseuses et évite son usure. Il résiste mieux face au vieillissement et aurait un meilleur potentiel de cicatrisation que le cartilage hyalin. Cette mince couche est plus épaisse en son milieu que sur ses versants antérieur et postérieur et favorise le bord externe vis-à-vis du bord interne (zone plus fonctionnelle).

La partie pré glabérienne de la fosse mandibulaire et le tubercule articulaire forment la surface articulaire temporale plus large en avant qu'en arrière.

1.1.2.1.2 Surface articulaire mandibulaire :

Le condyle mandibulaire :

C'est une éminence oblongue, convexe et à grand axe oblique en dedans et en arrière. Les deux condyles forment un angle de 130 à 140° au niveau du tiers antérieur du foramen magnum. Une crête mousse transversale sépare cette saillie en :

- *un versant antérieur* convexe et oblique en bas et en avant qui fait face, dents serrées, à la face postérieure de l'éminence temporale;
- *un versant postérieur* aplati et oblique en bas et en arrière, correspondant à la fosse glénoïde ;

Ces deux versants sont intra-capsulaires mais le versant antérieur est le seul à être pourvu de tissu fibreux articulaire.

1.1.2.2 Appareil discal :

Cet appareil se compose d'avant en arrière de la lame tendineuse pré-discale, du disque et enfin de la zone bilaminaire rétro-discale.

La lame tendineuse pré-discale est richement innervée et vascularisée. Elle est formée de fibres musculaires de deux origines :

- insertion antéro-médiale faite de fibres du faisceau supérieur du ptérygoïdien latéral ;
- insertion antéro-latérale constituée de fibres temporales et masséterines.

Le disque est un élément complexe à appréhender dans son anatomie et sa fonction par son fort potentiel adaptatif. Il est entouré de beaucoup d'idées fausses : il posséderait la forme d'une lentille biconcave (10 x 20 mm) uniquement en post-mortem, suite à la rétraction créée par le formol. Le disque n'est pas qu'une pièce intermédiaire destinée à parfaire l'adaptation des deux surfaces articulaires convexes. Il n'est pas non plus une surface déformable suivant passivement les mouvements mandibulaires.

Il est souvent comparé à un globule rouge par sa forme et possède un bourrelet périphérique deux fois plus épais en arrière qu'en avant. Le bourrelet postéro-supérieur (3 ou 4 mm d'épaisseur selon les auteurs) comble la fosse temporale à l'aplomb de la partie la plus haute du condyle mandibulaire et est formé de collagène extensible mais fragile et sujet aux lésions. Le bourrelet antéro-inférieur (2 mm d'épaisseur) est situé à l'aplomb ou légèrement en arrière de la partie la plus inférieure du tubercule articulaire. Les fibres de collagène y sont disposées de façon complexe afin de résister aux forces de cisaillement. Le centre du disque, d'une épaisseur très faible d'environ 1 mm, peut, par le biais d'un processus pathologique, en général dégénératif, se perforer. Et, fait très important, toute lésion discale serait irréversible. Cette opinion est nuancée par d'autres travaux qui ont rapportés des régénérations du disque. Là encore, les opinions divergent...

Malgré cette fragilité de la zone centrale, le disque est solidement amarré aux tubercules médial et latéral du condyle mandibulaire, grâce à deux ailerons latéraux. Ils vont limiter les possibilités de déplacements transversaux, ne permettant au disque que des mouvements de rotation sagittaux.

On parle de disque et non de ménisque car, sur le plan fonctionnel, ces deux structures ont des rôles totalement différents :

- le disque est actif durant les mouvements articulaires, alors que le ménisque facilite uniquement les déplacements ;
- le disque sépare l'articulation en deux espaces indépendants, ce qui n'est pas le cas du ménisque ;
- et enfin, les altérations du disque sont capables d'entraîner une modification de la fonction de l'ATM, alors que le ménisque peut se déformer sans conséquence fonctionnelle.

Il est fait d'une trame collagénique au sein de laquelle on peut trouver des protéoglycanes, de l'eau, du dermatane sulfate, du chondroïtine sulfate, de l'acide hyaluronique et des glucosaminoglycanes. Cette structure fibreuse n'est ni innervée, ni vascularisée. Certaines études ont montré la présence de cellules de type cartilagineux dans les zones de stress mécanique (il peut contenir jusqu'à 40 % de cartilage [96]) et on sait maintenant que les fibres élastiques apparaissent dans les bourrelets comme le résultat de la demande fonctionnelle. Preuve encore de son étonnante adaptation aux conditions environnementales, des transplantations du disque à différents endroits du corps humain ont entraîné des modifications de ce disque selon le milieu dans lequel on le remplaçait. On a pu observer des fibroses, des chondrifications, des ossifications...

La zone bilaminaire rétro-discale est faite en avant d'une lame commune longue de 5 mm, mêlant la lame supérieure et la lame inférieure. Cette zone fragile est souvent le siège de perforations. En arrière, se séparent les lames supérieure, classique frein discal postérieur, et inférieure.

La lame inférieure, mince mais solide, s'insère sur la face postérieure du col du condyle et correspond au prolongement du tendon du faisceau du ptérygoïdien latéral. Elle constitue le point faible de l'articulation avec des risques de tendinite, désinsertion, élongation ou déchissance.

La lame supérieure, plus épaisse, richement vascularisée et élastique, s'attache au niveau de la scissure de Glaser. Son élasticité lui permet d'exercer la fonction de ligament de rappel: au repos, elle n'a aucune action, mais bouche ouverte, elle assure par son élasticité la translation du complexe condylo-discal et le retour discal.

Entre ces deux lames se trouve la zone de Hencker ou coussin vasculaire de Hencker [72,74] parlent de genou ou coussin vasculaire de Zenker... Il s'agit d'un tissu lâche contenant de nombreux plexus veineux à l'origine d'hémorragies per-opératoires fréquentes. Par ailleurs, il est aussi richement innervé et peut en cas d'hyperpression être responsable de douleurs ou réflexes.

Cette zone va jouer le rôle d'amortisseur hydraulique par afflux sanguin lors de l'ouverture buccale et chasse sanguine à la fermeture. Les vaisseaux se remplissent pour compenser le vide créé par le déplacement vers l'avant du condyle et se vident quand il revient vers l'arrière.

Fonctions de l'appareil discal [74] :

- *rôle mécanique* : le disque est capable de s'adapter pour épouser la forme des surfaces articulaires et oppose aux forces appliquées sur l'articulation une résistance élastique. Cet amortisseur actif complète l'action passive des plexus veineux de la zone interlaminaire ;

- *rôle proprioceptif* : les parties pré et rétro-discales assurent le transfert d'informations sensorielles au système nerveux central. Cette boucle de régulation neuro-motrice crano-mandibulaire permettrait de protéger l'articulation de contraintes trop importantes ; les mécanorécepteurs de cet appareil sont activés en permanence et informent le système nerveux central des contraintes imposées aux articulations ;

- *rôle morphogénétique* : l'appareil discal jouerait un rôle dans la croissance du cartilage condylien et dans la morphogenèse de la tête condylienne, par ses insertions sur le condyle mandibulaire. Ce processus de croissance adaptative se prolongerait jusqu'à l'âge adulte. Inversement, la tête condylienne serait susceptible de se modifier après traitement occlusal, orthopédique ou orthognatique (appareil discal en place et fonctionnel).

1.1.2.3 systèmes suspenseurs :

La capsule :

Selon Gaudy (2003), la capsule ne serait que la représentation mentale de l'ensemble des structures ligamentaires et musculaires enchâssant l'articulation. D'ailleurs, il parle de complexe capsulo-ligamentaire pour décrire le système d'attache de l'A.T.M. Cette capsule est classiquement décrite comme un manchon de fibres de collagène en tronc de cône entourant les surfaces articulaires. Cette capsule n'est individualisable que sur les bords latéraux et médiaux de l'articulation :

- *en dehors*, la capsule est représentée par le ligament latéral ;
- *en dedans*, elle se confond avec le ligament mésial ;
- *en avant*, la capsule est faite de deux feuillets fermant le récessus antérieur des

compartiments supérieur et inférieur (zone de faiblesse à l'origine de déplacements antéro-médiaux lors de traumatismes) ;

- *en arrière*, elle est assimilée aux deux lames de la zone bilaminaire.

La capsule, élément richement innervé et vascularisé, est tapissée par la synoviale sur sa face interne. Cette dernière est plus présente dans le compartiment supérieur du fait de la présence de la zone bilaminaire. La synoviale habituellement composée de deux couches de cellules, peut être fibreuse (zones de contraintes), aréolaire ou adipeuse. Elle est responsable de la production de synovie, substance riche en électrolytes, acide hyaluronique, protéine et mucine. Ce liquide jaune et visqueux est en fait un dialysat plasmatique assurant :

- la lubrification de l'articulation, afin d'en faciliter le jeu ;
- la nutrition des tissus par imbibition ;
- le nettoyage des déchets ;
- la décontamination du site par son action bactéricide.

Gola, Chossegros et Orthlieb (1995) ont un avis divergent : ils situent la source principale du liquide synovial dans le coussin vasculaire de la région inter-laminaire. Les lésions de cette région seraient responsables de probables dysfonctions ou arthroses.

Les ligaments articulaires :

Le ligament latéral : il est le plus épais et relie le tubercule zygomatique antérieur et la partie voisine du bord latéral de la fosse glénoïde au col du condyle mandibulaire sur sa face externe. Son rôle est de limiter passivement les mouvements en bas et en arrière (il s'oppose à la rétrusion forcée de la mandibule, comme on peut le faire en cherchant la relation centrée), mais aussi de limiter le mouvement de rotation en imposant (rôle passif) un mouvement de translation lors de sa mise en tension. Il intervient non comme stabilisateur de l'articulation (rôle des muscles) mais comme site proprioceptif de contrôle des mouvements articulaires.

Le ligament médial : plus mince et donc plus faible, ce ligament s'étend de la base de la face latérale de l'épine du sphénoïde au col de la mandibule sur sa face interne.

Ces deux ligaments sont obliques vers le bas et l'arrière et sont, comme la capsule, richement innervés et vascularisés. Attention, dès qu'il y a lésion ou élongation, le potentiel proprioceptif de ces éléments est perdu. En outre, les ligaments adhérant aux ailerons discaux, tout traumatisme ligamentaire entraînerait par conséquent une déstabilisation articulaire avec possible déplacement discal [74], mais cette hypothèse n'est pas validée.

Les ligaments extra-articulaires :

Le ligament sphéno-mandibulaire, reliquat du cartilage de Meckel, s'étend de la scissure de Glaser (se réfléchissant parfois sur l'épine du sphénoïde) à l'épine de Spix. Une tension importante de ce ligament aura une répercussion sur le paquet vasculo-nerveux passant le canal dentaire inférieur et pourra être à l'origine de névralgies dentaires.

Le ligament stylo-mandibulaire, épaississement du fascia cervical, va de la pointe de l'apophyse styloïde à l'angle mandibulaire.

Le ligament ptérygo-mandibulaire part du crochet de l'aile médial de la ptérygoïde vers la région rétro-molaire mandibulaire.

Le ligament tympano-mandibulaire représente la partie postéro-latérale de l'aponévrose inter-ptérygoïdienne.

Les ligaments participent à la dynamique masticatoire [5].

1.1.3 Physiologie :

L'incroyable particularité de l'articulation temporo-mandibulaire est qu'elle commence à être fonctionnelle avant même d'être édifiée [40]:

- des mouvements articulaires sont visibles dès 8 semaines, lorsque l'embryon mesure près de trois centimètres ; les premiers signes de mobilité apparaissent autour de l'articulation temporo-mandibulaire;
- l'ensemble manducateur se met en place entre le 40^{ème} et le 70^{ème} jour in utéro ; ceci rend possible des mouvements de succion et de déglutition dès le 2^{ème} mois ; pour Gola, Chossegros et Orthlieb (1995), le fœtus ne déglutit le liquide amniotique qu'à partir de 4 mois ;
- la succion du pouce peut s'observer in utéro à partir de 4 mois et demi.

Mise au point fonctionnelle : le cycle discal

Au repos, les deux surfaces articulaires se font face dans un plan oblique en bas et en avant. Les deux bourrelets (antéro-inférieur et postéro-supérieur) qui résultent des pressions manducatrices, calent le disque entre les surfaces articulaires.

A l'ouverture, le disque suit le condyle dans son trajet temporo-zygomatique. Le déplacement antérieur du disque lors de l'ouverture s'explique par la sollicitation du bourrelet antérieur suite au déplacement de la tête condylienne. Le bourrelet postérieur et la lame rétro-discale vont, eux, freiner le mouvement.

Le disque s'adapte au mouvement condylien au cours duquel il devient horizontal et s'oppose à la crête mousse. Il est à l'aplomb du condyle mandibulaire et le condyle pivote sur le disque. Dans les premiers degrés de rotation, il reste au fond de la cavité glénoïde mais va suivre la pente condylienne du temporal avec le condyle lors du mouvement de translation. Disque et condyle sont solidaires, entraînés par le chef supérieur du ptérygoïdien latéral. La tension des ligaments rétro-discaux permet de limiter le déplacement.

En ouverture maximale, le disque répond au versant postérieur de la tête condylienne et le sommet de la tête condylienne est en relation avec le bourrelet antérieur. Le condyle et le disque ont basculés tous deux en avant du condyle temporal pour permettre l'ouverture complète.

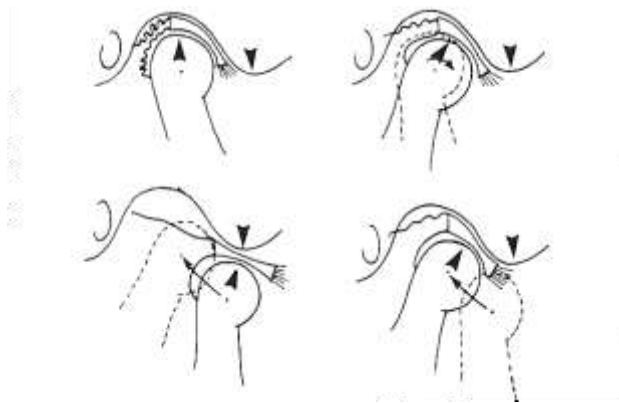


Figure 5 - Déplacement discal à l'ouverture (d'après Levy et Meyer 1998)

Les mouvements de l'articulation temporo-mandibulaire :

On décrit trois types de mouvement pour l'A.T.M.

Le mouvement d'ouverture/fermeture :

C'est un mouvement complexe que l'on peut décomposer en :

- premier temps : rotation des condyles au niveau de la zone condylo-discale (12 à 17 ° d'ouverture) ;
- deuxième temps : roto-translation dans les compartiments condylo-discal et ménisco-temporal.

Le mouvement d'ouverture est provoqué par la contraction bilatérale des ptérygoïdiens latéraux auxquels s'ajoutent, en fin d'ouverture, les digastriques antérieurs. Nous observons le même déroulement que précédemment pour la fermeture, mais en sens inverse et ce ne sont pas les mêmes muscles qui président au fonctionnement articulaire. Il est fait appel aux temporaux, masséters et ptérygoïdiens latéraux.

Le mouvement de propulsion/rétropulsion :

Il a lieu dans l'espace disco-temporal et se fait toujours en maintenant le contact dento-dentaire entre faces palatines du bloc incisivo-canin maxillaire et faces vestibulaires du bloc incisivo-canin mandibulaire.

La propulsion se fait lors de la contraction des ptérygoïdiens latéral et médial et du faisceau superficiel du masséter. La rétropulsion provoque la mise en tension du ventre postérieur du digastrique, du faisceau postérieur du temporal et du faisceau profond du masséter.

Le mouvement de diduction :

Il peut se faire avec guidage canin (latéroclusion) ou sans guidage canin (latéralisation). Du côté du condyle pivotant (côté travaillant), le condyle est dirigé en haut, en arrière et en dehors. Le condyle orbitant (côté non travaillant) part en bas, en avant et en dedans.

Du côté du déplacement, il y a contraction des fibres postérieures et moyennes du temporal avec contraction du faisceau profond du masséter. Du côté opposé au déplacement, c'est le chef inférieur du ptérygoïdien latéral qui est sollicité.

Innervation :

En ce qui concerne le sujet de notre étude, l'innervation se doit d'être détaillée, car c'est la douleur qui amène le plus souvent à consulter. Elle nous permet, entre autre, de faire le diagnostic de syndrome algo-dysfonctionnel de l'appareil manducateur.

La sensibilité de l'articulation est assurée par les branches du nerf trijumeau :

- le nerf auriculo-temporal (partie postérieure) ;
- le nerf masséterin et le nerf temporal profond postérieur (partie antérieure).

Cette articulation est également très richement pourvue de propriocepteurs (récepteur situé à l'origine des voies de la sensibilité intéroceptive) disséminés dans la lame pré discale, les tissus rétro discaux et la capsule. Ils ont pour fonction de renseigner le système nerveux central sur la position et l'équilibre des différents éléments composant l'articulation.

1.2 Les maxillaires :

1.2.1 Rapports osseux :

La face est formée de treize os fixes (Fig 6), soudés entre eux et au crâne, et de deux os mobiles, la mandibule et l'os hyoïde. Les os fixes comprennent six os paires : le maxillaire, l'os zygomatique, l'os lacrymal, le cornet nasal inférieur, l'os nasal et le palatin, et un os impair, le vomer.

Rappel des rapports ostéo-articulaires des os maxillaire et mandibulaire :

- articulation du maxillaire avec le frontal, le malaire et le palatin ;
- articulation des deux maxillaires entre eux ;
- articulation entre le pré et le post maxillaire ;
- articulation entre la mandibule et le temporal.

Rappel des relations entre os du crâne et os de la face :

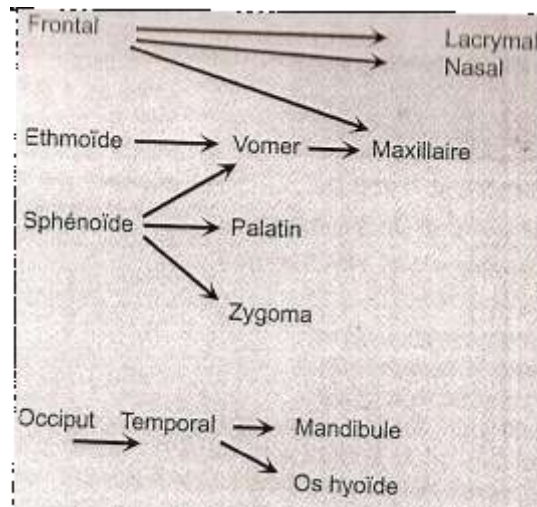


Figure 6 - Relations des os du crâne et de la face (d'après Amigues 2003)

1.2.2 Ontogenèse :

1.2.2.1 L'os maxillaire :

1.2.2.1.1 Embryogenèse :

Le maxillaire dérive du mésenchyme du premier arc branchial, tout comme l'os zygomatique, la partie squameuse de l'os temporal, l'anneau tympanique, l'os lacrymal et l'os nasal. Cette ossification de type membraneuse se répand à partir de deux centres d'ossification, pré-maxillaire et post-maxillaire. La limite entre les deux se fait par le biais de la suture incisive.

Le centre pré-maxillaire est formé de deux points d'ossification :

- le premier apparaît à la 6^{ème} semaine au dessus du bourgeon des incisives et formera le tissu osseux au pourtour des incisives centrales supérieures.
- le second se forme à la 12^{ème} semaine de vie intra-utérine et constituera le pourtour du canal incisif.

Le centre post-maxillaire se crée lui aussi à cette période et donnera le processus zygomatique et une partie du processus palatin.

Le sinus maxillaire apparaît au 4^{ème} mois, à travers l'invagination d'une fosse située sur la face médiale.

1.2.2.1.2 Croissance :

La croissance de la face a une durée plus longue que celle du neurocrâne : l'aspect définitif de la face n'est atteint que vers l'âge de 25 ans.

Le maxillaire présente au cours de sa croissance deux phases positionnelles :

- un premier déplacement dans les sens antérieur et vertical, par expansion osseuse. Ce mouvement provoqué par la croissance osseuse libère l'espace maxillaire ;
- un second déplacement orienté vers le bas et vers l'avant de façon oblique cette fois. Il est dû à la poussée de croissance de la boîte crânienne.

La suture entre pré et post-maxillaire jouerait un rôle capital dans la croissance antérieure de l'os maxillaire, donc du palais. D'autres auteurs tempèrent cette opinion, considérant que cette suture est déjà synostotisée à 28 semaines chez le fœtus.

D'après certains ostéopathes, un maxillaire atteint de dysmorphoses serait à l'origine de contraintes au niveau des os de la face. Il serait donc important de faire contrôler son évolution et de le corriger si nécessaire le plus tôt possible. L'âge limite de correction par simple manipulations ostéopathiques serait 7 ans. Passé cet âge, il faudrait recourir à des moyens plus invasifs comme la chirurgie.

1.2.2.2 L'os mandibulaire :

Cet os dérive du mésenchyme entourant la partie ventrale du cartilage du premier arc branchial et subit une ossification membraneuse. Le cartilage intra-mandibulaire disparaît secondairement, la partie extra-mandibulaire devenant le ligament sphéno-mandibulaire.

La mandibule possède une ossification de membrane évoluant à partir de deux points. La symphyse mentonnière est, elle, le témoin de la fusion des hémimandibules fœtales.

La croissance du ramus va participer au développement de l'étage moyen de la base du crâne. Il va aussi aider à la formation des voies respiratoires, du pharynx, de la cavité buccale, des muscles masticateurs et des muscles de la déglutition.

1.2.2.3 La croissance du viscéro-crâne [92]:

A la naissance, la hauteur faciale est légèrement plus faible que celle du crâne. Ce rapport va s'inverser au cours de la croissance. La mandibule est faite de deux hémimandibules, unies par une synchondrose médiane et l'angle de la mandibule est peu marqué.

Au cours de la deuxième année, la croissance en largeur est assurée par la suture palatine médiane et la suture mandibulaire. Cette période correspond à l'apparition de la denture définitive au sein du tissu osseux. Elle voit donc une grande partie de la croissance faciale se dérouler.

A la fin de la deuxième année, l'expansion faciale se fait par accroissement de surface et résorption des parois du sinus maxillaire, de la surface supérieure du palais et de la partie interne du bord alvéolaire. La mandibule subit les modifications de la base du crâne qui ont un rôle dans sa croissance.

A sept ans, la croissance de l'ethmoïde, des cavités orbitaires et de la partie supérieure des cavités nasales est achevée. Le maxillaire et la mandibule sont déjetés en bas et en avant. La mandibule va aussi se développer sur sa face postérieure, entraînant une rotation antéro-postérieure du menton.

1.2.3 Anatomie descriptive [92]:

L'os maxillaire :

C'est un os pair s'articulant avec tous les os de la face. Les deux parties du maxillaire sont articulées au moyen de la suture membraneuse inter-maxillaire. En s'accolant à son homologue, il forme l'arcade dentaire supérieure. Il participe à la formation des cavités orbitaires, nasales et buccale. C'est un os volumineux rendu léger par la présence du sinus maxillaire qui s'ouvre dans le méat moyen par le hiatus semi-lunaire.

Le maxillaire est formé d'un corps, de forme pyramidale triangulaire, d'où se détachent quatre processus :

- processus zygomatique (latéral) ;
- processus frontal (supérieur) ;
- processus alvéolaire (inférieur) ;
- processus palatin (médial).

On peut sur ce corps dénombrer quatre faces :

- face jugale (antérieure) ;
- face infra-temporale (postéro-latérale) ;
- face orbitaire (supérieure) ;
- face nasale (médiale).

L'os maxillaire est fait de tissu compact et de tissu spongieux au niveau des processus alvéolaire, palatin et zygomatique.

L'os mandibulaire :

La mandibule est un os impair, médian et symétrique; il constitue le squelette du menton. C'est le seul os mobile de tout le massif cranio-facial. Elle a la forme d'un fer à cheval dont les extrémités se redressent vers le haut.

Cet os est fait de *trois parties individualisables* unies par deux angles mandibulaires :

- la branche horizontale (ou corps mandibulaire) ;
- les branches verticales (ou branches montantes ou ramus) ;

Le corps :

Il est horizontal, arqué, à concavité postérieure, avec deux faces, une partie alvéolaire et une base.

- face antérieure : on y trouve la symphyse mentonnière et les trous mentonniers livrant passage aux vaisseaux et nerfs mentonniers ;
- face postérieure : les muscles génio-glosses et génio-hyoïdiens trouvent leurs insertions sur les épines mentonnières et la ligne mylo-hyoïdienne permet l'ancrage du mylo-hyoïdien et du constricteur supérieur du pharynx ;
- face supérieure : elle est creusée de cavités - les alvéoles - où viennent se loger les dents ;
- face inférieure : le ventre antérieur du digastrique vient s'insérer sur la fossette digastrique.

Les branches montantes:

- face externe : elle est le siège d'insertion des trois chefs du masséter ;
- face interne : au niveau du gonion, la tubérosité ptérygoïdienne donne insertion au ptérygoïdien médial; à la partie médiane, se situe l'orifice du canal dentaire inférieur, juste à côté de l'épine de Spix (lingula mandibulaire) où vient se fixer le ligament sphéno-maxillaire ;
- sommet : le sommet de la branche montante possède deux saillies, l'apophyse coronoïde (en avant) et le condyle mandibulaire (en arrière). Au niveau de l'apophyse se situe l'insertion du muscle temporal et la fossette ptérygoïde, située en avant du col du condyle, permet la fixation du ptérygoïdien latéral ;

- base : la base de la branche montante est le lieu de rencontre et de jonction des deux branches montante et horizontale : on l'appelle gonion ou angle goniale. Elle présente à sa partie postérieure, le sillon de l'artère faciale.

La mandibule est faite d'os compact recouvrant une mince couche de tissu spongieux. La partie alvéolaire est constituée essentiellement d'un tissu spongieux, l'os alvéolaire. Elle est parcourue par le canal mandibulaire qui s'ouvre par le foramen mandibulaire en arrière et par le foramen mentonnier en avant. Il contient le nerf alvéolaire inférieur.

1.3 Muscles du système manducateur [92] :

Les muscles de la tête et du cou peuvent être anatomiquement et fonctionnellement classés en trois groupes. Pour se repérer, on les groupe en général en fonction de leur rôle fonctionnel, mais aussi en fonction de leur position corporelle.

- muscles masticateurs, appareil moteur de la mandibule ;
- muscles de la mimique ou système musculo-aponévrotique superficiel ;
- muscles annexés aux organes sensoriels.

La mastication, la déglutition, la respiration et la phonation nécessitent l'action des muscles masticateurs, mais aussi celle des muscles mobilisateurs des lèvres, des joues, de la langue et de l'oropharynx.

Les muscles masticateurs sont divisés en :

- élévateurs (et diducteurs) de la mandibule ;
- abaisseurs de la mandibule d'action directe ou indirecte ;

1.3.1 muscles élévateurs de la mandibule :

1.3.1.1 muscles ptérygoïdiens latéraux :

C'est **LE** muscle de l'articulation temporo-mandibulaire selon Gola, Chossegros et Orthlieb (1995) :

- premier muscle en action chez le fœtus ;
- le plus souvent sollicité physiologiquement (il intervient dans tous les mouvements mandibulaires alors que les autres muscles interviennent de façon élective) ;
- le plus souvent sollicité pathologiquement dans les mouvements d'évitement et les parafunctions type bruxisme.

Caractéristiques :

- petite taille (3 à 4 cm de long) ;
- forme complexe (prismatique triangulaire irrégulière) ;
- tendu horizontalement et de grand axe oblique en avant et en dedans, selon un angle de 45° par rapport au plan sagittal médian ;
- constitue avec le ptérygoïdien médial, le plan profond de la mandibule ;
- on lui attribue classiquement deux faisceaux ou chefs d'égale volume et de fonctions distinctes : supérieur ou sphénoïdal (dit aussi sphéno-ptérygoïdien dans l'ouvrage syndrome algo-dysfonctionnel de l'appareil manducateur de Gola, Chossegros et Orthlieb 1995) et inférieur ou ptérygoïdien. Cependant, ni les études histologiques, ni celle de l'innervation ne permettent de confirmer leur existence. Gaudy (2003) le décrit comme étant une structure penniforme constituée de huit couches musculo-aponévrotiques alternées. Il serait formé de deux contingents de fibres d'importance très différente (d'origine disco-articulaire et d'origine mandibulaire), distinctes en avant mais fusionnant en arrière.

Insertions :

Faisceau sphéno-ptérygoïdien ou supérieur :

- origine : face et crête sous temporale de la grande aile du sphénoïde, tubercule sphénoïdal, tiers supérieur de la face latérale de l'aile latérale de l'apophyse ptérygoïde.
- terminaison : lame tendineuse pré-discale, tubercules condyliens et face postérieure du col du condyle par l'intermédiaire de l'appareil discal, tiers supérieur de la fossette située à la partie antéro-médiane du col du condyle.

Faisceau ptérygoïdien ou inférieur :

- origine : deux tiers inférieurs de la face latérale de l'aile latérale de l'apophyse ptérygoïde, face latérale de l'apophyse pyramidale du palatin entre l'aile latérale de l'apophyse ptérygoïde et la tubérosité du maxillaire, partie adjacente de cette tubérosité.
- terminaison : deux tiers inférieurs de la fossette du condyle.

Innervation : nerf temporo-buccal issu du V3.

Vascularisation : branches issues de l'artère maxillaire interne.

1.3.1.2 Muscles temporaux :

Caractéristiques :

- large, aplati et en éventail ;
- formé de trois faisceaux: antérieur, moyen et postérieur (les faisceaux antérieur et postérieur sont antagonistes) ;
- les fibres antérieures sont verticales, les moyennes obliques en bas et en avant, tandis que les postérieures rejoignent l'apophyse coronoïde horizontalement ;
- il envoie des insertions sur le ménisque de l'A.T.M. et quelques fibres sur le buccinateur et sur le ptérygoïdien latéral.

Insertions :

- origine : fosse temporale (gouttière rétro-malaire excepté, siège de la boule de Bichat, amas de tissu adipeux de la joue), deux tiers supérieurs de la face profonde de l'aponévrose temporale.
- terminaison : sur toutes les faces sauf la partie inférieure de la face latérale de l'apophyse coronoïde, branche montante entre le bord antérieur et la crête temporale, bord antérieur de la branche montante jusqu'à la ligne oblique externe, un peu sur l'échancrure sigmoïde.

Innervation : trois nerfs temporaux profonds :

- nerf temporo-buccal se divisant en nerf buccal et temporal profond antérieur (partie antérieure) ;
- nerf temporal profond moyen (partie moyenne) ;
- nerf temporo-masséterin se divisant en nerf masséterin et temporal profond postérieur (partie postérieure).

Vascularisation : artères temporales profondes postérieure, moyennes et antérieure (issues de l'artère maxillaire interne).

1.3.1.3 Muscles masséters :

Caractéristiques :

- court, épais et rectangulaire ;
- trois faisceaux d'inégale importance et d'action différente : le faisceau superficiel long et oblique en bas et en arrière, le faisceau moyen court et vertical, le faisceau profond plus mince que les précédents ;

- le faisceau superficiel échange quelques fibres avec le ptérygoïdien médial pour former une puissante sangle musculaire et le faisceau profond donne à sa partie postérieure quelques fibres destinées à la lame pré-discale.

Insertions :

Faisceau superficiel :

- origine : bord inférieur de l'arcade zygomatique dans sa partie malaire, depuis son implantation sur l'apophyse pyramidale du maxillaire jusqu'à la suture temporo-malaire.

- terminaison : partie inférieure de la face latérale de la branche montante et sur l'angle de la mandibule, jusqu'au bord inférieur.

Faisceau moyen :

- origine : bord inférieur de l'arcade zygomatique.

- terminaison : face latérale de la branche montante de la mandibule.

Faisceau profond :

- origine : face médiale de l'apophyse zygomatique.

- terminaison : face latérale de l'apophyse coronoïde entre le faisceau moyen du masséter (en bas) et le tendon du temporal (en haut).

Innervation : nerf masséterin.

Vascularisation :

- faisceau superficiel : artère masséterine inférieure (issue de l'artère faciale) et branche de l'artère transverse de la face ;

- faisceau profond : artère masséterine supérieure (issue de l'artère maxillaire interne) et rameaux de l'artère buccale.

1.3.1.4 Muscles ptérygoïdiens médiaux :

Caractéristiques :

- muscle le plus puissant des élévateurs de la mandibule ;
- épais, quadrilatère et situé en dedans du ptérygoïdien latéral ;
- symétrique du masséter par rapport à la mandibule ;

- conception classique lui attribuant deux faisceaux accolés : un faisceau antérieur et un faisceau postérieur obliques en bas, en arrière et en dehors.

Insertions :

Faisceau antérieur :

- origine : face latérale de l'apophyse pyramidale du palatin et de la partie attenante de la tubérosité du maxillaire en dehors et en avant des insertions du ptérygoïdien latéral.

- terminaison : face médiale et bord inférieur de l'angle de la mandibule (partie pré-angulaire).

Faisceau postérieur :

- origine : fosse ptérygoïde (à l'exception de la fossette scaphoïde et de la partie postérieure de la paroi médiale de cette fosse) et sur la face postérieure de l'apophyse pyramidale du palatin.

- terminaison : face médiale et bord inférieur de l'angle de la mandibule (partie angulaire et sus-angulaire).

Innervation : nerf du ptérygoïdien interne (venu du tronc commun des nerfs du ptérygoïdien médial, du tenseur du voile et du muscle tenseur du tympan).

Vascularisation : artères ptérygoïdiennes (issues de l'artère maxillaire interne), branches ptérygoïdiennes (issues de l'artère faciale) et branches issues de l'artère palatine ascendante, de l'artère dentaire inférieure ou de l'artère alvéolo-antrale.

Les premiers hommes à s'être penché sur l'étude anatomique du ptérygoïdien médial sont Sebileau, Juvara, Testud, Jacob, Poirier et Gaspard : le ptérygoïdien est présenté comme comprenant deux parties musculaires reliées par un tendon commun. Gaudy le décrit dans son ouvrage anatomie clinique de 2003 : il parle de portion antérieure ou palatine (lame aponévrotique se poursuivant en arrière avec les lames tendineuses de la portion postérieure du muscle) et de portion postérieure ou ptérygoïdienne (portion constituée d'une alternance de sept lames musculo-aponévrotiques). L'étude d' El Haddioui, Bravetti et Gaudy (2007) affirme suite à une étude portant sur 179 cas (dissection et IRM) que la disposition architecturale et les zones d'insertions du ptérygoïdien médial ne sont pas celles que l'on décrit habituellement. Ce muscle aurait une structure penniforme (faite d'une alternance de 7 lames musculo-aponévrotiques) comme le ptérygoïdien latéral et le masséter.

1.3.2 Muscles abaisseurs de la mandibule :

Il en existe huit paires d'insertion hyoïdienne, selon la classification de Gola, Chossegros et Orthlieb (1995). Ils ont une puissance musculaire faible.

1.3.2.1 Muscles sus hyoïdiens, abaisseurs directs :

1.3.2.1.1 Muscle génio-hyoïdien :

Caractéristiques :

- court, épais, juxta-médian, il a la forme d'un demi-cône coupé dans son grand axe ;
- situé juste au-dessus du mylo-hyoïdien ;
- les deux muscles sont unis sur la ligne médiane par un mince septum conjonctif.

Insertions : des épines mentonnières inférieures (partie médiane de la mandibule) au bord antérieur du corps de l'os hyoïde.

Innervation : nerf du génio-hyoïdien, branche collatérale de l'hypoglosse (XII).

1.3.2.1.2 Muscle mylo-hyoïdien :

Caractéristiques :

- mince, aplati et grossièrement quadrangulaire ;
- constitue avec son homologue l'armature du plancher buccal ;
- la jonction des deux corps forme le raphé médian.

Insertions : de la crête mylo-hyoïdienne (face interne de la mandibule) jusqu'au bord supérieur de la grande corne de l'os hyoïde.

Innervation : nerf du mylo-hyoïdien, branche du nerf mandibulaire inférieur (V3).

1.3.2.1.3 Muscle digastrique :

Caractéristiques :

- constitué de deux ventres (cônes musculo-tendineux opposés par leurs sommets) reliés par un tendon intermédiaire ;

- le tendon est relié à l'os hyoïde par un triple système de fixation (une poulie de réflexion, une expansion hyoïdienne et une expansion aponévrotique).

Insertions : de l'incisure mastoïdienne vers la fossette du digastrique (bord inférieur du corps mandibulaire au niveau parasymphysaire).

Innervation :

- *ventre postérieur* : rameau collatéral du nerf facial (VII) parfois anastomosé avec le glosso-pharyngien (IX) ;
- *ventre antérieur* : nerf du mylo-hyoïdien.

1.3.2.1.4 Muscle stylo hyoïdien :

Caractéristiques : mince et grêle, il est situé en avant et en dedans du muscle digastrique.

Insertions : versant postéro-latéral de l'apophyse styloïde du temporal au bord latéral de l'os hyoïde.

Innervation : nerf commun du digastrique et du stylo hyoïdien, rameau collatéral du nerf facial (VII).

1.3.2.2 Muscles sous-hyoïdiens, abaisseurs indirects :

1.3.2.2.1 Muscle sterno-thyroïdien :

Caractéristiques : long, aplati et presque vertical, il passe en avant du larynx et du corps thyroïde.

Insertions : face postérieure du manubrium sternal et du premier cartilage costal vers la ligne oblique du cartilage thyroïde.

Innervation : rameaux issus de l'anse anastomotique entre la branche descendante de hypoglosse (XII) et la branche descendante du plexus cervical profond.

1.3.2.2.2 Muscle thyro-hyoïdien :

Caractéristiques : aplati, court et mince, il poursuit le trajet du thyro-hyoïdien verticalement.

Insertions : au dessus de la ligne oblique du cartilage thyroïde vers le corps et la racine de la grande corne de l'os hyoïde.

Innervation : nerf thyro-hyoïdien, branche de l'hypoglosse (XII).

1.3.2.2.3 Muscle sterno-cléïdo- hyoïdien :

Caractéristiques : mince, rubané et presque vertical, il s'étend en avant du sterno-thyroïdien et du thyro-hyoïdien.

Insertions : face postérieure du manubrium sternal, du ligament sterno-claviculaire postérieur et de la partie attenante de la clavicule vers le corps de l'os hyoïde.

Innervation : rameaux issus de l'anse anastomotique entre la branche descendante de hypoglosse (XII) et la branche descendante du plexus cervical profond.

1.3.2.2.4 Muscle omo-hyoïdien :

Caractéristiques : muscle digastrique grêle, il est tendu obliquement à la face latérale du cou.

Insertions : bord supérieur de la scapula, en dedans de l'incisure scapulaire vers la partie latérale du bord inférieur du corps de l'os hyoïde.

Innervation : rameaux issus de l'anse anastomotique entre la branche descendante de hypoglosse (XII) et la branche descendante du plexus cervical profond.

Ces auteurs considèrent le platysma (ou muscle peaucier du cou) comme un abaisseur accessoire de la mandibule.

1.3.3 Muscles cervicaux :

Les muscles cervicaux et plus particulièrement les muscles de la nuque, assurent l'équilibre postural de la tête. Les extenseurs sont plus forts que les fléchisseurs, afin de compenser le centre de gravité de la tête qui passe en avant du rachis. Ces muscles sont toujours contractés, afin de maintenir la rectitude de la tête. Les muscles cervicaux, en stabilisant la tête, vont accroître l'efficacité des mouvements mandibulaires.

1.3.3.1 Couche superficielle :

- *antérieure* : supra-hyoïdiens, infra-hyoïdiens, platysma ;
- *latéral* : sterno-cléido-mastoïdien ;
- *postérieure* : trapèze.

1.3.3.2 Couche profonde :

- *antérieure* : long du cou et grand et petit droit antérieur de la tête (muscles prévertébraux) ;
- *latérale* : droit latéral de la tête, angulaire de l'omoplate, scalènes ;
- *postérieure* : splénius, grand et petit complexus, transversaire du cou, muscles profonds de la nuque (muscles de la nuque).

1.3.4 Autres muscles :

Les muscles des joues, de la langue et de l'oropharynx participent également à la mastication, à la déglutition, à la respiration et à la phonation.

1.3.4.1 Muscles des joues : muscle buccinateur recouvert du fascia bucco-pharyngien :

1.3.4.2 Muscles de la langue :

Ils comprennent huit muscles pairs et un muscle impair (le muscle longitudinal supérieur).

1.3.4.2.1 Muscles extrinsèques :

- génio-glosses ;
- hyo-glosses ;
- chondro-glosses ;
- stylo-glosses ;
- palato-glosses.

1.3.4.2.2 Muscles intrinsèques :

- longitudinal supérieur ;
- longitudinal inférieur ;
- transverse de la langue ;
- vertical de la langue.

1.3.4.3 Muscles de l'oropharynx :

- constricteurs (supérieur, moyen et inférieur) ;
- stylo-pharyngiens ;
- salpingo-pharyngiens.

1.4 Les dents :

1.4.1 Organogenèse [92] :

1.4.1.1 Le stade lame dentaire :

Les dents dérivent de l'ectoderme et du mésoderme : à la sixième semaine intra-utérine, apparaît au niveau de chaque ébauche mandibulaire et maxillaire, un épaississement arciforme de l'ectoderme oral, qui prolifère dans le mésenchyme sous-jacent pour former une lame dentaire.

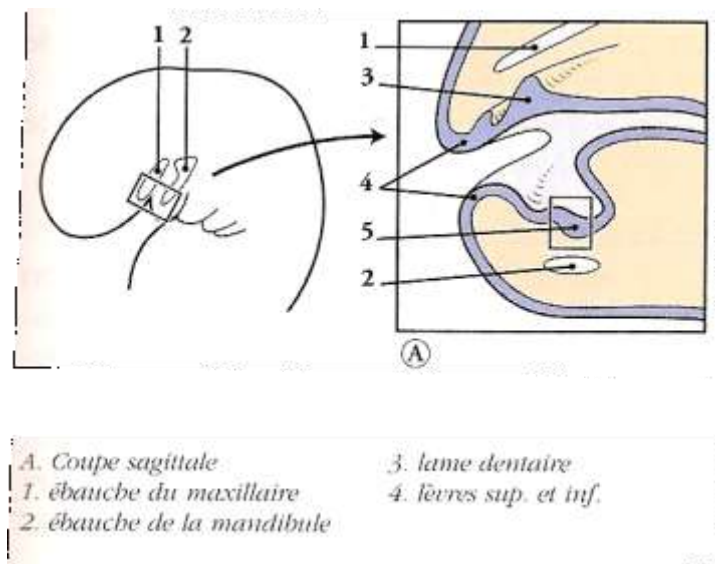


Figure 7 - Stade initial du développement des dents : la lame dentaire (d'après Kamina 2002)

1.4.1.2 Le stade bourgeon :

Au cours de la 8^{ème} semaine, chaque lame dentaire se sépare en dix bourgeons de dents déciduales ou temporaires. Puis, à la dixième semaine, se forment les bourgeons de dents permanentes qui se placent du côté lingual du bourgeon décidual.

1.4.1.3 Le stade cupule :

A la 10^{ème} semaine, la partie profonde des bourgeons s'invagine pour former des cupules ou organes énamélaires. On y distingue trois couches : épithélium énamélair externe, réticulum énamélair et épithélium énamélair interne. La condensation du mésenchyme donne la papille et le sac dentaires.

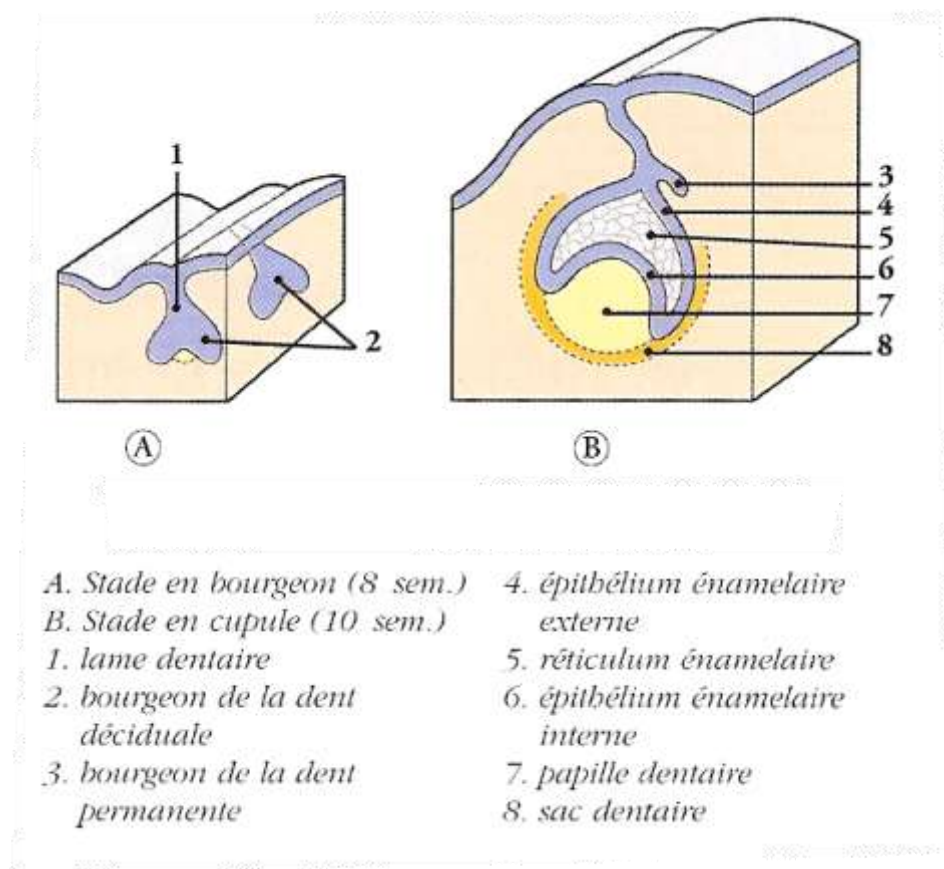


Figure 8 - Stade en bourgeon et en cupule des dents déciduales (d'après Kamina 2002)

1.4.1.4 Le stade cloche (14 semaines):

Les cellules de l'épithélium interne donnent les améloblastes, à l'origine des prismes d'émail. La production d'émail repousse en surface les deux épithéliums, qui, en régressant, forment la cuticule dentaire. La jonction épithéliale correspond au collet de la dent et constitue la jonction dento-cémentale. Les cellules mésenchymateuses de la papille dentaire deviennent odontoblastes et sont à l'origine de la pré-dentine, future dentine.

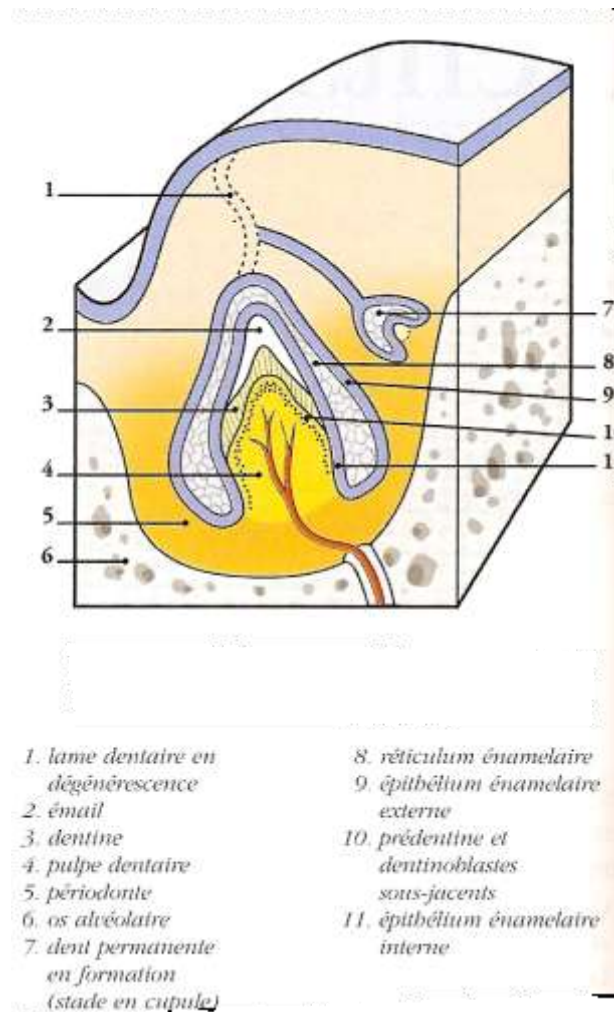


Figure 9 - stade en cloche des dents déciduales (d'après Kamina 2002)

1.4.1.5 La formation de la racine et de la pulpe des dents temporaires :

La croissance de la racine réduit la papille en un canal dentaire. Son contenu mésenchymateux, vasculaire et nerveux, constitue la pulpe dentaire. Du sac dentaire va naître le périodonte : le ciment primaire acellulaire, le ligament périodontal et le processus alvéolaire.

1.4.1.6 L'éruption des dents temporaires :

Elle survient entre le 6^{ème} et le 39^{ème} mois suivant la naissance et se fait de manière progressive, en fonction de la croissance de la dent. Lors de l'éruption, le ciment acellulaire est colonisé par les cémentocytes qui vont donner du ciment cellulaire.

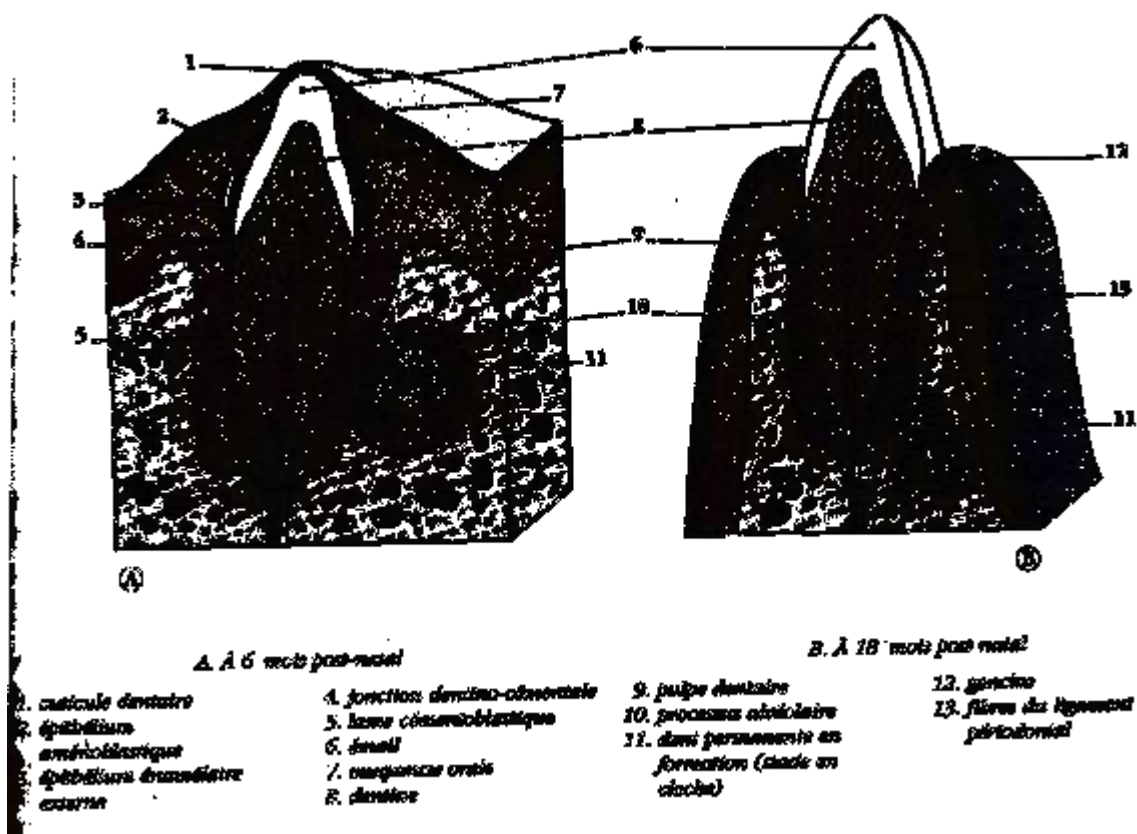


Figure 10 - formation de la racine et de la pulpe des dents déciduales
éruption des dents déciduales (d'après Kamina 2002)

1.4.2 Anatomie dentaire [92]:

Chaque dent présente :

- *trois parties* : couronne (recouverte d'émail), collet (zone de transition entre la couronne et la racine) et racine (recouverte de cément) ;
- *cinq faces* : deux faces de contact (mésiale et distale), une face vestibulaire (en rapport avec les joues ou les lèvres), une face linguale (en rapport avec la langue) ou palatine (en rapport avec le palais) et une face occlusale (masticatrice) ;
- *quatre éléments tissulaires* : la dentine (tissu conjonctif minéralisé à 70%), l'émail (minéralisé à 96%), le cément (minéralisé à 65% comme l'os) et la pulpe ;
- *une articulation alvéolo-dentaire* : articulation fibreuse de type gomphose (semblable à une cheville) avec pour structures de fixation, le périodonte (os alvéolaire, cément et ligament périodontal) et la jonction gingivo-dentaire.

Quelques remarques importantes sur l'anatomie dentaire, avant de développer l'aspect fonctionnel :

Caractéristiques d'ordre général :

- *l'asymétrie* : comme tous les organes pairs, la dent est asymétrique sur tous les plans ;
- *la courbure des faces* : malgré le descriptif face par face de la morphologie dentaire, tous les angles sont arrondis.

Caractéristiques plus spécifiques :

- *ce sont les faces occlusales qui subissent le plus de modifications*. Les autres faces, quoique différentes d'une catégorie de dent à l'autre ne varient que par les dimensions des éléments constitutifs et par quelques détails ;
- *tous les plans, pour toutes les faces du même nom, ont des directions générales dans le même sens* : les faces proximales convergent dans le sens apical, les faces vestibulaires et linguales/palatines divergent dans le même sens ;
- *cette inversion de direction a une incidence sur le modelé des faces* : pour les faces mésiales et distales, la portion la plus bombée est toujours située près du bord occlusal, alors que pour les autres faces, on est plus proche de la région cervicale ;
- *si l'on réunit ces bosses par un trait, on obtient la ligne de plus grand contour*, capitale pour l'exécution des éléments de rétention d'appareils ;
- *les faces linguales sont plus étroites* que les faces vestibulaires, hormis pour la première molaire supérieure ;
- *les faces mésiales sont plus hautes et plus larges* que les faces distales, mais elles présentent un modelé moins accentué ;
- *la racine est inclinée du côté distal* par rapport à la couronne, dans le plan mésio-distal ;
- *les cuspides distales sont toujours moins volumineuses* que les cuspides mésiales ;
- *les couronnes vont dans le sens de la simplification et d'une diminution de volume* quand on évolue vers la portion distale. La portion mésiale reste, elle, invariée ;
- *c'est le volume et les dimensions relatives des éléments constitutifs qui font la typologie dentaire*. Elle varie selon la race (si le massif facial prédomine, les dents vont être volumineuses, les racines longues et bien implantées tandis que les incisives sont projetées en avant), le sexe (les femmes ont des dents plus petites, plus étroites et plus élancées).

1.4.3 Rôles de la dent :

Afin de démontrer l'omniprésence de la dent dans le langage d'hier et d'aujourd'hui et afin de rendre cet exposé plus ludique, j'illustrerai mon propos par des expressions de la langue française (voire étrangère).

- **mastication** : les dents ont un rôle précis à jouer dans le cycle masticatoire selon leur anatomie. En effet, les incisives vont couper les aliments (chez le rongeur), les canines

déchiquent (chez le carnivore) et enfin les molaires servent à broyer avant déglutition (chez le ruminant). Ce travail permet de diminuer la charge imposée à l'estomac. La présence des dents est déterminante dans la prise alimentaire, tant du point de vue de la qualité que de la quantité. La personne âgée édentée va par nécessité se nourrir d'aliments mixés (changement qualitatif) et va diminuer ses prises alimentaires par désintérêt gustatif (changement quantitatif).

Les expressions « *mordre à belles dents* » (signifie manger avec appétit) et « *manger de toutes ses dents* » (signifie manger beaucoup et avidement) l'illustrent bien.

- **phonation** : les dents vont, à l'aide des lèvres et des joues, permettre la prononciation de phonèmes. Là encore, l'édenté que l'on va appareiller peut se retrouver très gêné dans la prononciation de mots si l'anatomie prothétique laisse à désirer. En effet, une sous évaluation de la dimension verticale provoque un chuintement (le « s » se transforme en « ch ») alors que la sur évaluation entraîne un sifflement (inversement)...

Pour illustrer l'importance des dents dans le langage, notons les expressions, « *déchirer quelqu'un à belles dents* » (signifie le critiquer cruellement) et « *avoir la dent dure* » (signifie manquer d'indulgence dans des attaques verbales). On parle aussi de « coup de bec » ou « coup de dent » pour exprimer la raillerie... Du bel usage du langage... Parfois, il vaudrait mieux « *tenir sa langue derrière ses dents* » (ne rien dire).

- **esthétique** : aujourd'hui bien plus qu'hier, avoir de belles dents blanches bien alignées est une nécessité si l'on veut donner bonne impression. En effet, l'inverse va rebuter un recruteur si vous voulez travailler au contact d'éventuels acheteurs. Cela va en tout cas dévoiler une facette de votre personnalité que l'on préférerait cacher (manque d'hygiène, côté phobique, soucis financiers...). L'expression « *mordre à belles dents* » désignait pendant toute la période moyen-âgeuse, la grande taille des dents évoquant les canines ou crocs des carnivores. Au milieu du XIV^{ème} siècle, le terme de belles dents prend une connotation esthétique et la gardera.

- **miroir des émotions** : l'homme et les primates supérieurs se distinguent de l'animal entre autre par leur capacité à faire partager leurs émotions avec leurs congénères. Ils peuvent y parvenir par l'expression qu'ils inscriront sur les traits de leur visage par le biais des muscles notamment des sourcils et de sa bouche. Il existe un grand nombre d'expressions désignant un état d'esprit ou un sentiment comme : « *claquer des dents* » (exprime la peur ou le froid), « *grincer des dents* » (gémir de son malheur ou être en colère), « *être sur les dents* » (être surmené, harassé), « *en avoir plein les dents* » (en avoir plus qu'assez), « *avoir les dents du fond qui baignent* » (avoir envie de vomir).

- **séduction** : la dent représente symboliquement la jeunesse, la santé et la force : c'est un atout de séduction indéniable. A l'inverse, l'édentement est synonyme de vieillesse (plus on vieillit et moins on a de dents), de maladie (certaines maladies font perdre les dents prématurément, comme le cancer si l'on prévoit une radiothérapie dans la zone maxillaire, le diabète qui exacerbe les maladies parodontales ou le reflux gastro-

oesophagien qui détruit les dents petit à petit...) et de faiblesse (impossible de mordre, de faire mal sans ses dents).

Quelques expressions illustrent bien cette symbolique : « croquer la vie à pleine dents », « rire de toutes dents » (exprime bien le bonheur, comme si sans dents, il était impossible de profiter de la vie...), « avoir les dents longues » ou « avoir les dents qui rayent le parquet » (signifie avoir de l'ambition).

- **défense** : primitivement, l'homme se servait entre autre de ses dents pour se protéger contre les attaques animales. D'instinct, on retrouve ce comportement chez le jeune enfant qui griffe et mord, quand on ne répond pas à ses attentes (entre frères et sœurs, par exemple). L'inconscient collectif en est gravé : on dit toujours « *montrer les dents* » pour exprimer l'idée de prendre un air menaçant. Cette expression date du début du XVème siècle et fait allusion au chien montrant les crocs. On disait aussi à cette époque, « *montrer la dent* » puis au XVème apparaît l'expression « *parler de grosses dents à quelqu'un* » (signifie le menacer). En république Tchèque, on parle même de « *montrer ses dents de chien* ».

La dent est aussi le symbole de l'agressivité et a fait entrer dans le langage courant l'expression « *avoir une dent contre quelqu'un* » anciennement « *avoir les dents sur quelqu'un* » (en vouloir à quelqu'un).

- **lutte contre le stress** : « *serrer les dents* » (supporter une grande souffrance, qu'elle soit physique ou morale) : Cette dernière expression est celle qui nous intéresse le plus dans notre étude. En effet, souvent, nos patients ont pour habitude de crisper très fortement les mâchoires lorsqu'ils sont concentrés ou stressés. C'est un moyen de se donner du courage, de l'énergie, de ne laisser sortir aucun son (colère, découragement, souffrance). C'est même parfois une caractéristique comportementale, mais qui n'est pas sans conséquence sur le système manducateur. Nous y reviendrons plus tard...

ASPECT FONCTIONNEL :

L'appareil manducateur est sur ce plan plutôt remarquable : il aide aux fonctions respiratoires, digestives, de communication, posturales et comportementales. C'est un système qui assure non seulement les besoins primaires de l'organisme, mais prend aussi en partie en charge la vie de relation de l'individu.

L'énergie nécessaire au bon fonctionnement de notre organisme demande pour sa fabrication:

- du carburant : apporté par notre alimentation;
- du comburant : apporté par l'air que nous respirons.

Selon la qualité de ces apports aussi bien nutritionnels que respiratoires, notre corps répondra aux besoins de façon plus ou moins efficace. L'appareil manducateur est le point de départ de la transformation des aliments et participe à l'acte respiratoire. Une respiration nasale correcte dépend, en grande partie, de la morphologie de l'os maxillaire et de la position de la langue.

1.5 La respiration :

1.5.1 L'orifice piriforme [5]:

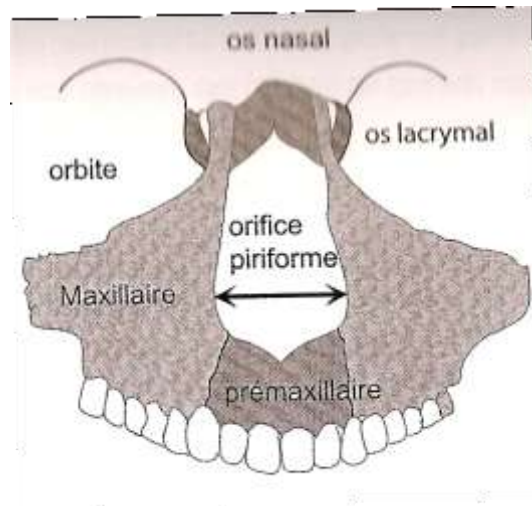


Figure 11 - localisation de l'espace piriforme (d'après Amigues 2003)

La tête osseuse est constituée, entre autre, de cavités et de fosses constituant des voies de passages ou des loges d'organes. Les principales sont les cavités nasales, les sinus paranasaux, les orbites, les fosses infra temporales et les fosses ptérygo-palatines.

La cavité nasale, début des voies respiratoires est une cavité irrégulière s'ouvrant en avant par l'ouverture piriforme et en arrière, dans le naso-pharynx, par les choanes. Elle est scindée dans le sens sagittal par le septum nasal en fosses nasales droite et gauche.

L'ouverture piriforme est de forme triangulaire, à base inférieure. Elle est bordée en haut par les os nasaux et en bas et sur les côtés par l'incisure nasale du maxillaire. Du milieu de sa base pointe l'épine nasale antérieure.

L'os maxillaire est formé de deux parties : le pré et le post-maxillaire. C'est le pré-maxillaire qui va déterminer le diamètre transversal de l'orifice piriforme. La largeur de cet orifice est d'une importance capitale pour le bon écoulement de l'air inspiré et expiré. Cela peut malheureusement avoir des conséquences sur la respiration si l'orifice piriforme n'est pas d'une largeur suffisante.

1.5.2 Quelques données chiffrées sur la respiration [150] :

Au repos, le cœur pompe environ 5 litres de sang par minute (débit cardiaque) successivement à travers les poumons et à travers la circulation générale. Environ 0,3 l d'O₂ est transporté par minute avec ce courant depuis les poumons vers la périphérie et environ 0,25 l de CO₂ de la périphérie vers les poumons.

Au repos, un débit ventilatoire total de l'ordre de 7,5 l/min (chez d'autres auteurs, le débit respiratoire au repos est de 12 litres par minute en moyenne) est nécessaire pour apporter ce volume d'O₂ de l'environnement aux alvéoles et pour éliminer le CO₂. Cet apport est réalisé grâce à l'inspiration et l'expiration d'un volume courant de 0,5 l. La fréquence respiratoire est de 15 cycles par minute (12 ou 13 chez d'autres auteurs). Elle peut, en cas d'hyperventilation, monter au maximum à 40 ou 50 par minutes. Le débit respiratoire maximal conjugué au débit cardiaque maximal permet d'apporter 20 fois plus d'oxygène.

Après une expiration normale, le thorax se trouve dans une position d'équilibre, dite de relaxation. Au cours d'une inspiration normale au repos, on a vu que 0,5 l d'air entre dans les poumons. A ce volume courant peuvent s'ajouter 2,5 l d'air environ lors d'une inspiration forcée (volume de réserve inspiratoire). Inversement, à partir de la position d'équilibre, 1,5 l d'air au maximum peut encore être expiré (volume de réserve expiratoire). Ces deux volumes de réserve sont sollicités lorsque, lors d'un exercice physique par exemple, le volume courant de repos ne suffit plus pour assurer les échanges gazeux nécessaires. Le volume résiduel est le volume de gaz restant dans les poumons à la fin d'une expiration forcée.

La capacité vitale correspond au volume d'air mobilisé pendant une expiration forcée suite à une inspiration forcée. Elle englobe le volume courant, le volume de réserve inspiratoire, le volume de réserve expiratoire (4,5 à 5,7 l en moyenne). La capacité pulmonaire totale comprend en plus le volume résiduel (6 l en moyenne). Les volumes et capacités décrits varient d'un sujet à l'autre en fonction de l'âge, de la taille, de la constitution, du sexe et de la condition physique. Ainsi, la capacité vitale peut être de l'ordre de 2,5 ou 7 l sans être pour autant pathologique.

1.5.3 Pathologie : le respirateur buccal [5]:

Les causes :

- la dysfonction linguale :

Un des problèmes rencontrés lors d'une malposition linguale est la dysfonction de la respiration buccale. Lorsque le patient respire par la bouche, cela a des effets délétères. Il y aurait une relation significative entre la respiration orale et l'existence d'open bite avec maxillaire étroit. De plus, ce mode respiratoire peut, au cours de la croissance, avoir des incidences sur la morphologie cranio-faciale. L'obstruction nasale entraîne une hypoplasie maxillaire transversale et verticale et une langue en position basse va gêner l'expansion latérale et antérieure du maxillaire.

- l'insuffisance de développement transversal maxillaire :

L'étroitesse de l'orifice piriforme a pour conséquence de modifier totalement la manière de respirer. En effet, les fosses nasales ne peuvent subvenir aux besoins en oxygène du corps humain, car le débit d'air est diminué (il est égal au produit de la vitesse d'écoulement de l'air par le diamètre des orifices piriformes). De manière totalement réflexe et afin d'éviter l'hypoxie, la bouche s'ouvre pour répondre aux besoins de l'organisme. Cependant, la muqueuse nasale a une conformation toute particulière : les cils qui la tapissent

vont purifier l'air des particules étrangères, mais surtout les cornets supérieurs, moyens et inférieurs vont augmenter la surface de contact avec la muqueuse afin de le réchauffer. C'est un échangeur thermique. Au contact de la muqueuse nasale, l'air inspiré est réchauffé. Le sang artériel perd des calories, le sang veineux gagne des calories. Celles-ci, par la veine ophtalmique, vont servir à refroidir quand cela est nécessaire le sang artériel de la carotide interne.

On peut donc en déduire que pour avoir une respiration nasale efficace, il faut, une bonne position linguale et un orifice piriforme (donc un prémaxillaire) suffisamment large.

Nota bene : On peut étendre la réflexion en se demandant comment et pourquoi se produit le phénomène de langue basse : il apparaîtrait que les angoisses ressenties in-utero augmenteraient le rythme de succion et seraient à l'origine d'un mauvais développement psychomoteur. Les conséquences en seraient une respiration buccale, une déglutition perturbée et des dysfonctionnements du langage verbal.

Le diagnostic d'une respiration buccale se réalise facilement au cabinet dentaire :

- les narines sont étroites et le visage souvent allongé (il n'y a pas assez de développement transversal) ;
- les lèvres sont entrouvertes au repos et le plus souvent gercées ou sèches ;
- il y a présence de poches sous-orbitaires dues à la stase veineuse.

Les parents vont venir confirmer notre diagnostic :

- nuits agitées (cauchemars), réveils fréquents, bouche sèche nécessitant la prise de boisson nocturne et oreiller trempé de salive au matin ;
- fatigue persistante, difficulté de concentration, retard ou échec scolaire, mauvaises performances sportives, agitation ;
- fréquentes pathologies ORL (risques d'infections récurrentes de l'oreille moyenne) ;
- allergies (la respiration buccale supprime le filtre des fosses nasales).

Mais cela ne serait pas tout, car selon une étude australienne (équipe du Prince of Wales Hospital de Sidney) 8 enfants sur 10 traités pour des incontinences urinaires présentaient un maxillaire anormalement étroit. Cette équipe pense que cette anomalie provoquerait une sensation d'étouffement à l'origine d'une irrésistible envie d'uriner (aspect psychopathologique). Cette étude a été confirmée par la suite: l'appareillage pour expansion latérale du maxillaire a permis une amélioration du comportement des enfants soumis au traitement.

Les conséquences sont donc d'ordre anatomiques (face allongée et étroite), physiques (fatigue) et comportementales (agitation), mais elles peuvent être aussi posturales. En effet, le respirateur buccal va prendre une position particulière dite *en habitus asthénique*.

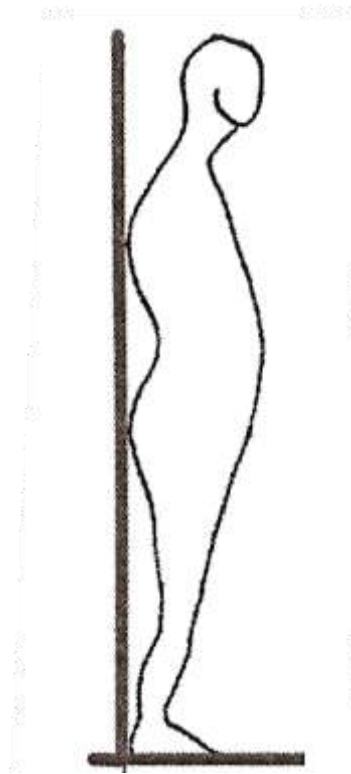


Figure 12 - attitude caractéristique en habitus asthénique (d'après Amigues 2003)

Les conséquences posturales (cf. schéma précédent) sont les suivantes:

- ligne gravitaire postériorisée ;
- bassin en antéversion ;
- tendance au pied plat ;
- ventre en avant ;
- haut du thorax vers l'arrière ;
- perte de lordose cervicale.

Nous définirons les paramètres posturaux et les différentes pathologies posturales dans les chapitres qui vont suivre.

A terme, pour Amigues (2003), il entraînerait un syndrome d'apnée du sommeil par hypotonie du voile du palais. Cependant, les choses ne sont pas si simples et c'est une vision des choses un peu réductrice. La conférence qui s'est tenue en Mai 2006 au sein de la faculté de chirurgie dentaire de Nantes fait état d'une multitude de facteurs concourant à l'installation d'un syndrome d'apnée du sommeil. Il existe des facteurs anatomiques (diminution de la profondeur oropharyngée, augmentation de la hauteur oropharyngée et rétrognatisme) et des facteurs fonctionnels (obstruction nasale chronique, décubitus dorsal, obésité et atonie pharyngée). Il semblerait que le phénomène apparaisse préférentiellement en présence d'une conjugaison de facteurs.

1.6 La déglutition :

1.6.1 Mécanisme :

C'est un mécanisme neuro-musculaire complexe déclenché de façon volontaire, mais où les étapes suivantes s'effectuent de manière réflexe. Elle assure le contrôle et la protection des voies aériennes, en évitant toute pénétration de liquides ou de solides, ainsi que le contrôle et le passage du bol alimentaire dans l'œsophage.

Ce mécanisme est assuré par :

- *des muscles obligatoires* : mylo-hyoïdiens, génio-hyoïdiens, palato-pharyngés, constricteurs supérieurs et base de la langue ;

- *des muscles facultatifs* : élévateurs, intrinsèques de la langue, faciaux et labiaux.

La mise en action de ces derniers dépendra de la densité du bol alimentaire et du type morphologique. Chez le jeune enfant, l'activité des orbiculaires des lèvres, du buccinateur et de la langue est intense ; la déglutition infantile est de type viscérale.

Kamina (2002) et Landouzy (1993) la séparent en trois parties mais d'autres auteurs comme Marieb (2005) classent ce processus en étape orale volontaire et pharyngo-oesophagienne involontaire. On la retrouve parfois divisée en quatre phases (préparation du bol alimentaire, transit de la bouche vers le pharynx, traversée du pharynx et franchissement du sphincter hypo-pharyngé).

Pour déglutir, il faut un bon contrôle de la tête, une bonne mobilité labiale, une fermeture des lèvres efficace, une langue mobile et bien musclée, de puissants masticateurs et des muscles du voile du palais, larynx, pharynx, exécutant correctement la deuxième phase de la déglutition.

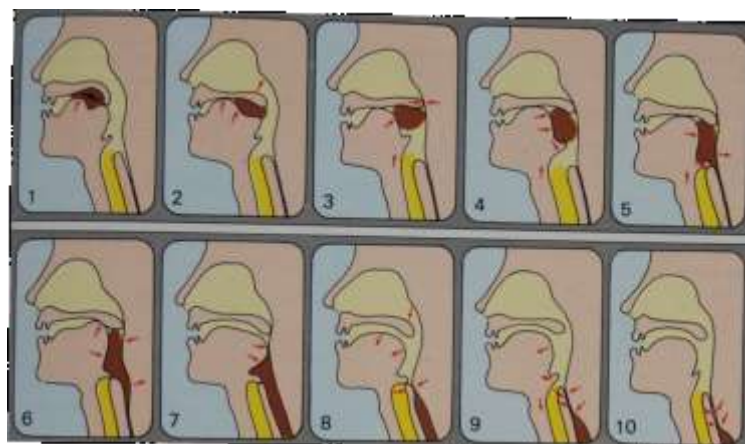


Figure 13 - mécanisme de la déglutition (d'après Silbernagl et Despoupoulos 1999)

1.6.1.1 Phase buccale :

Après mastication et insalivation du bol alimentaire, ce dernier est comprimé vers l'arrière par le dos de la langue, puis contre le voile du palais. L'apex de la langue s'élève grâce aux muscles génio-glosses. Le dos de la langue se déprime en une gouttière inclinée vers l'isthme du gosier, sous l'effet des muscles stylo-glosses, hyo-glosses et longitudinal supérieur. Au même moment, le voile du palais va isoler l'oropharynx du naso-pharynx en se soulevant. Les fibres du trijumeau (V) provoquent la contraction des muscles masticateurs et laryngés. Celles de l'hypoglosse (XII) entraînent la propulsion supéro-postérieure de la langue et l'élévation de l'os hyoïde.

1.6.1.2 Phase pharyngienne :

C'est la phase la plus rapide des trois : elle dure moins d'une seconde. Elle permet d'éviter toute fausse route en obturant l'orifice laryngé. C'est l'épiglotte qui, poussée vers l'arrière par le bol alimentaire, va suspendre momentanément la respiration. La glotte se ferme et l'os hyoïde et le larynx sont soulevés jusqu'à obturation complète des voies respiratoires aériennes par l'épiglotte. Le bol alimentaire est à cet instant, projeté en bas et en arrière par la langue. Il va glisser dans les récessus piriformes et pénétrer l'œsophage qui s'ouvre de façon simultanée. Les fibres du glosso-pharyngien (IX) déterminent l'élévation et la contraction des muscles du pharynx.

1.6.1.3 Phase oesophagienne :

Elle débute par le relâchement du muscle constricteur inférieur du pharynx qui permet à la langue de pousser le bol alimentaire dans l'œsophage. Le larynx revient dans sa position initiale et la respiration reprend.

L'alternance de contraction / décontraction musculaire de la couche musculaire de l'œsophage va permettre la formation d'ondes péristaltiques à l'origine du déplacement du bol alimentaire jusqu'au cardia (sphincter de la porte d'entrée de l'estomac). Les fibres du nerf vague (X) assurent la continuité de la contraction des muscles du pharynx et la descente du bol alimentaire dans l'œsophage. S'il advient que le bol alimentaire s'attache sur les parois en aval, la distension de l'œsophage à cet endroit produit une onde péristaltique secondaire.

L'œsophage a une longueur de 25 à 30 cm. Sa couche musculaire est striée dans sa partie supérieure et lisse dans sa partie inférieure. La progression de l'onde de péristaltisme dans la partie supérieure est sous le contrôle de la médulla oblongata ; les signaux afférents et efférents sont transmis par le nerf vague. Le péristaltisme de la partie inférieure est soumis au contrôle de ses propres ganglions.

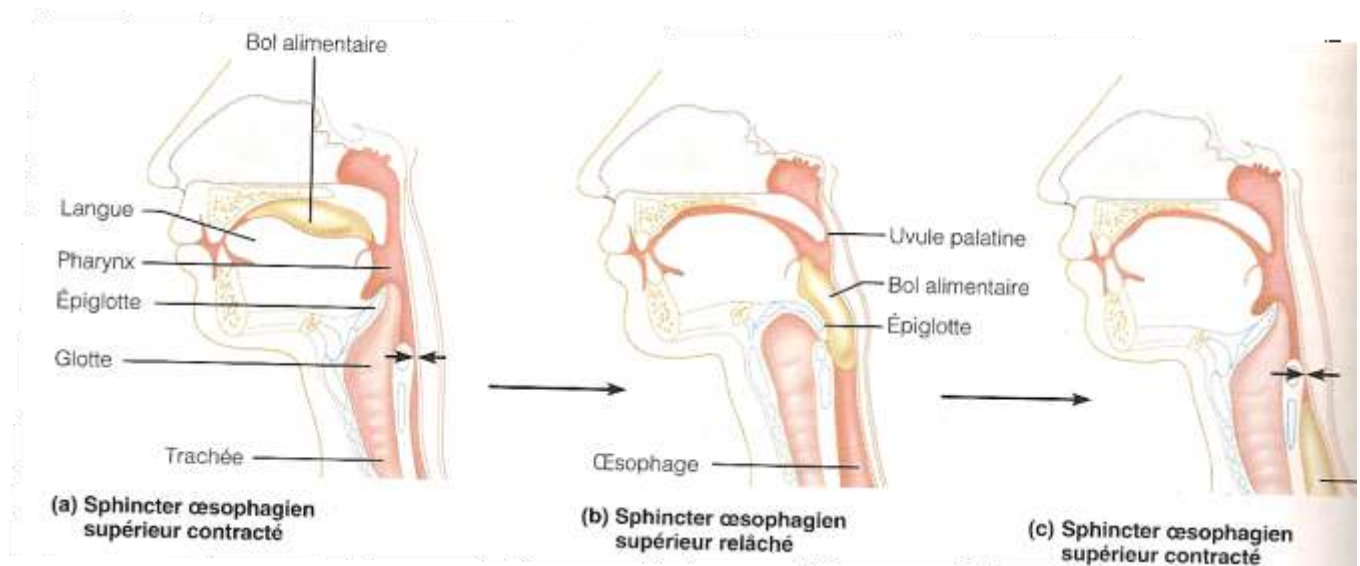


Figure 14 - phase buccale, pharyngienne et œsophagienne (d'après Marieb 2005)

1.6.2 Quelques chiffres sur la déglutition [85] :

- la déglutition a lieu en moyenne *1200 à 1800 fois par jour* [97] (1500 à 2000 fois pour d'autres auteurs [47]. Ce sont les chiffres que l'on retrouve le plus fréquemment mais Hüe (1992), Gola, Chossegros et Orthlieb (1995) parlent de 590 fois par 24 heures chez l'adulte jeune, avec une fréquence par heure de l'ordre de 37 à 61 (la nuit, elle passe entre 16 et 60) ;
- la déglutition résulte de l'activité de plus de 22 groupes musculaires différents ;
- les aliments solides passent de l'oropharynx à l'estomac en *quatre à huit secondes* ;
- les aliments liquides atteignent l'extrémité de l'œsophage en *moins de une ou deux secondes*.
- la déglutition engendre des forces de contact inter-dentaire de l'ordre de 50 kg/cm^2 [96] ; la force maximale développée est de $30,25 \text{ kg}$ avec une déviation standard de $25,10 \text{ kg}$. Pendant la déglutition, les forces mises en jeu sont intenses et peuvent varier de 6 à 8 kg pour certains à 29 kg pour d'autres ;
- le contact dentaire dure en moyenne 683 ms (déviations standard de 249 ms) lors de la déglutition et le temps de pression 522 ms (déviations standard de 279 ms).

1.6.3 Pathologie : la déglutition atypique selon Landouzy (1993):

L'examen de la déglutition devrait être systématique lors d'une première consultation en omnipratique, que ce soit chez l'enfant ou chez l'adulte.

1.6.3.1 Les moyens de diagnostic :

L'observation :

On recherchera un mouvement particulier du visage, des lèvres et de la bouche qui correspond au positionnement anormal de la langue. Il peut y avoir une gymnastique buccale qui s'effectue pour que la langue trouve sa position là où elle n'est pas nécessaire. La langue doit normalement se retrouver enchâssée dans le couloir formé par les dents. Au cours de la déglutition de type adulte, les lèvres sont jointives, les dents en contact et la mandibule est stable en O.I.M. grâce aux forces musculaires.

Les signes à repérer :

- une désocclusion labiale (l'occlusion labiale est une condition importante de la déglutition normale) ;
- l'apparition de la langue entre les lèvres ou les dents lors de la déglutition.

Le test de la déglutition atypique :

Si le diagnostic n'est pas évident par l'observation, on aura recours à ce test rapide : nous allons maintenir les arcades dentaires en contact par une pression exercée vers la haut sur la pointe du menton. Il faudra que le patient maintienne les lèvres en occlusion pendant tout le temps des différentes phases de déglutition. Le patient se trouve bloqué et ne peut retrouver sa situation linguale habituelle. Parfois même, dans certains cas, le patient se trouve dans l'impossibilité de déglutir. Le plus souvent, il y parviendra en accompagnant sa déglutition d'un mouvement postéro-antérieur de la tête facilement identifiable.

1.6.3.2 Les types de déglutition :

- l'interposition linguale molaire et prémolaire : elle correspond à l'étalement latéral de la langue entre les secteurs postérieurs ;

- la pulsion linguale, signe de persistance de la succion du bébé : la langue vient se positionner vers l'avant entre les incisives ;

- la déglutition avec langue basse venant pousser les incisives inférieures (fréquente dans les classes III) : la pression constante de la langue sur la mandibule stimule la croissance mandibulaire et peut être à l'origine de prognathisme.

Certaines déglutitions atypiques placent la langue en position latérale. C'est le cas le plus souvent de patients édentés partiels qui, suite à des extractions, ne font pas remplacer les dents absentes. Cette latéralisation est à l'origine des mêmes signes posturaux que le déséquilibre occlusal. En effet, le mécanisme est le même : il y a asymétrie de contraction des muscles manducateurs. Lorsque la déglutition est corrigée, les signes posturaux disparaissent si l'étiologie du trouble n'est pas plurifactorielle.

1.6.3.3 Les étiologies de la déglutition atypique :

- *la trisomie 21* : la langue est propulsée hors de la bouche, en lien avec une position particulière de l'occipital et des temporaux. Il faut dans ce cas engager un traitement ostéopathique suffisamment tôt et suffisamment long pour corriger la praxie et éviter l'installation d'une classe III ;

- *la langue extérieure* : la langue peut sortir de façon permanente entre les lèvres, suite à une position intra-utérine ou un accouchement traumatique ayant entraîné une lésion crânienne. La correction ostéopathique est nécessaire et suffisante ;

- *la prolongation de l'alimentation au sein ou au biberon* : ce mode d'alimentation, s'il est pratiqué trop longtemps empêche l'évolution psychomotrice de l'enfant ;

- *la succion du pouce, de la tétine ou d'un doudou* : elle oblige l'enfant à effectuer une déglutition non physiologique pour ne pas baver ;

- *la persistance du réflexe de succion du nouveau-né* qui étale la langue pour sucer et déglutir ;

- *les problèmes O.R.L. chroniques* : ils entraînent une respiration essentiellement buccale qui oblige à conserver la bouche ouverte; les problèmes O.R.L. sont responsables, entre autre, de contractures du psoas fixant la colonne lombaire en hyperlordose. La position de la tête en avant provoque et aggrave le maintien de la bouche en position ouverte. Cette situation facilite l'apparition de la déglutition atypique ;

- *perte de dimension verticale* : la tension musculaire des muscles supra et infra hyoïdien constitue un obstacle à la position d'intercuspidie maximale et à l'occlusion labiale. La position de la langue fixée entre les arcades dentaires permet alors de compenser la perte de dimension verticale d'occlusion. C'est un comportement de protection de l'organisme, car il permet de faciliter la fonction et évite les compressions des articulations temporo-mandibulaires.

1.6.3.4 Les pathologies provoquées :

- migrations dentaires :

Selon la position linguale, on observe :

- une béance antérieure (pulsion linguale haute) ;
- une inversion prémolo-molaire avec ingression et perte de D.V.O. (langue entre les arcades) ;
- une prognathie (pulsion linguale basse).

- incidence O.R.L. :

- sinusites chroniques ;
- bourdonnements ou sensations d'oreilles bouchées ;
- douleurs de la gorge.

- pathologie temporo-mandibulaire :

La déglutition la plus iatrogène implique une déportation latérale mandibulaire ou une interposition unilatérale de la langue. Les autres dysfonctions modifient les tensions des muscles manducateurs et la position des condyles.

La déglutition atypique peut déporter latéralement la mandibule, entraînant un étirement de l'articulation temporo-mandibulaire d'un côté et une compression de l'autre. Ce type de déglutition atypique provoque les mêmes déséquilibres que ceux engendrés par le déséquilibre occlusal. L'ensemble des déséquilibres de l'occlusion et de la déglutition crée des tensions musculaires qui vont se répercuter au zygomatique, palatin, sphénoïde. Par suite, ils vont provoquer une irritation des ganglions ptérygo-palatin et trigéminal.

- perturbation du système crânio-sacré :

Le système crânio-sacré est un système physiologique présent chez tous les êtres vivants possédant un cerveau et un rachis. Il comprend le crâne, la face/visage, l'ATM, la colonne vertébrale et le sacrum. L'ensemble est lié par des membranes qui enveloppent un système hydraulique représenté par le liquide céphalo-rachidien (LCR). La mobilité inhérente au cerveau et à la moelle épinière et la fluctuation du LCR créent un déplacement rythmique connu sous le nom de M.R.P. (mouvement respiratoire primaire) perceptible dans n'importe quelle partie du corps.

Il existe systématiquement une lésion des zygomatiques, prédominante d'un côté. Cette lésion disparaît définitivement après correction de la déglutition. Compte tenu de sa position stratégique, cet os influe sur le mécanisme crânio-sacré et sa dysfonction vient perturber l'équilibre de la colonne dorsale.

- perturbation de la charnière cervico-occipitale :

La charnière cervico-occipitale est une zone de transition très complexe du squelette axial et du système nerveux comprenant des structures osseuses (occiput, atlas et axis) avec des articulations synoviales, ligamentaires et nerveuses (bulbe, cervelet et moelle allongée).

La déglutition atypique peut être à l'origine de certaines névralgies d'Arnold, rebelles au traitement médicamenteux (le nerf d'Arnold quitte le canal rachidien en traversant la membrane atloïdo-axoïdienne en dedans du massif articulaire C1-C2. Il se divise en branche antérieure et postérieure). La correction de la déglutition permettra d'améliorer grandement l'état migraineux avant orthodontie.

- troubles posturaux :

Les déglutitions atypiques provoquent les mêmes signes posturaux que ceux engendrés par le déséquilibre occlusal. On n'observe d'ailleurs parfois aucun trouble occlusal à l'examen clinique, mais bien une dysfonction linguale. La simple correction de la déglutition diminue considérablement les douleurs et permet de regagner de l'amplitude au niveau des articulations les plus touchées.

Pour expliquer certains phénomènes observables, certains ostéopathes se permettent de faire des raccourcis hasardeux et exposent les liens anatomiques comme source d'une cascade fonctionnelle. Mais la réalité des choses est sûrement bien plus complexe. Cette manière de voir et de penser est à l'origine de théories erronées ou du moins non validées. Par ailleurs, les explications qui nous sont fournies anatomiquement ne sont pas satisfaisantes et restent obscures. Voici un exemple de chaîne fonctionnelle avancée par Landouzy (1993) et qui permettrait d'expliquer le lien lèvres-sacrum et les conséquences posturales d'une déglutition atypique : les mouvements des lèvres sont assurés par des muscles, les orbiculaires des lèvres. Les rapports lèvres-denture interviennent aussi dans la déglutition. Le buccinateur, cheminant suivant un trajet à prédominance horizontale, exerce une pression constante sur les dents et intervient à l'opposé de la langue. Sa position particulière permettrait la relation lèvres-sacrum (!?). Selon ce qui vient d'être énoncé, Landouzy (1993) en déduit une unité fonctionnelle ; pour lui le bouleversement d'un maillon de la chaîne aura des conséquences sur l'ensemble de cette chaîne :

- orbiculaire des lèvres ;
- muscle buccinateur ;
- ligament ptérygo-maxillaire ;
- constricteur supérieur du pharynx ;
- occipital ;
- ligament commun vertébral antérieur ;
- sacrum.

1.7 La mastication :

La mastication a pour rôle de préparer les aliments à la déglutition. C'est peut être la plus importante fonction du système stomatognathique, car elle est l'expression de l'action combinée des muscles, des A.T.M., des dents et du S.N.C.

C'est un phénomène complexe faisant appel aux muscles masticateurs qui vont travailler en synergie ou en opposition avec les muscles sus-hyoïdiens, muscles du cou et de la nuque. Les lèvres, la langue et les joues sont nécessaires pour la préhension, l'enduction salivaire, le positionnement et la déglutition du bol alimentaire.

1.7.1 Acquisition et développement chez le jeune enfant :

1.7.1.1 Mastication de type infantile :

On passe du stade succion au stade mastication de type infantile lors de l'apparition des dents, c'est-à-dire de six à 30 mois. Cela correspond à la période d'introduction des aliments à la cuillère (il est recommandé de ne pas débuter une alimentation autre que lactée avant ses six mois afin d'éviter tout risque d'allergie) permettant la découverte de nouvelles textures, notamment plus épaisses.

Apparitions successives permettant l'acquisition de la mastication :

- *incisives centrales* : 6 à 10 mois ;
- *incisives latérales* : 8 à 12 mois ;
- *canines* : 16 à 20 mois ;
- *premières molaires* : 12 à 16 mois ;
- *deuxièmes molaires* : 20 à 30 mois.

Il faudra veiller dès les huit mois de l'enfant à lui donner des aliments en morceau type morceaux de fruits bien mûrs ou des aliments de consistance grumeleuse comme les pâtes, le riz ou la semoule. C'est indispensable d'apprendre à mâcher pour acquérir une déglutition normale qui ne soit plus de type infantile. De plus, les aliments que l'on peut mâcher, outre leur aspect antalgique lors de la poussée dentaire, vont stimuler le développement des muscles de la mâchoire et des bases osseuses.

1.7.1.2 Mastication de type adulte :

Jusqu'à l'évolution des premières molaires permanentes apparaissant aux alentours des six ans de l'enfant, les cycles de mastication sont désordonnés. La mise en fonction de ces dents est précédée d'un bruxisme physiologique responsable d'abrasion des dents lactéales et comme ces dernières sont mobiles ou tombent à cette période, les dents de six ans vont être les seules à assurer la fonction de mastication en attendant l'arrivée des autres dents permanentes. L'évolution des dents de six ans marque l'établissement de la fonction masticatoire adulte et l'avènement de rapports occlusaux stables. Les dents voisines vont venir s'intégrer à ce nouveau schéma fonctionnel. Dès cette période, la première molaire permanente devient et restera dent directrice du guidage dento-dentaire postérieur par son pont d'émail et ses facettes d'abrasion précoces.

1.7.2 Biomécanique :

1.7.2.1 Description de la mastication :

La mastication commence dès l'introduction d'un aliment dans la cavité buccale et comprend:

- l'incision (incisives) dont l'essentiel du mouvement se déroule dans le plan sagittal et qui mobilise les masséters profonds, temporaux postérieurs et ptérygoïdiens latéraux supérieurs ;
- la dilacération (canines et prémolaires) ;
- la trituration (molaires).

La trituration est par extension appelée mastication et un cycle masticatoire peut être séparé pour des raisons de clarté en deux phases appelées préparatoire et dento-dentaire.

1.7.2.2 Description d'un cycle de mastication [99]:

Phase préparatoire, à distance des dents (contractions musculaires isotoniques d'intensité moyenne) :

L'ouverture (direction antéro-interne) est provoquée par la contraction du ptérygoïdien latéral inférieur, côté mastiquant puis non mastiquant. Les digastriques antérieurs contribuent à l'ouverture et au déport latéral. La largeur et l'amplitude sont fonction de la consistance du bol alimentaire. Les cycles de mastication varient selon la texture des aliments, mais aussi en fonction des individus et des types d'occlusion.

La fermeture (direction postéro-externe) se met en place par contraction du ptérygoïdien médian du côté opposé. A la fin de la fermeture, tous les élévateurs sont en activité du côté triturant. Le ptérygoïdien latéral supérieur va harmoniser la position du disque avec les rapports articulaires.

Elle a l'aspect d'une boucle représentant une ouverture, légèrement incurvée en direction interne, et une fermeture, déportée du côté externe, avant de se recentrer à proximité des dents.

Phase dento-dentaire de trituration (contractions musculaires isométriques d'intensité forte) :

Entrée de cycle : la contraction du temporal postérieur, masséter profond et digastrique postérieur place les dents mandibulaires en position latérale et reculée par rapport aux dents maxillaires. Les muscles masséter et ptérygoïdien médian provoquent une force de cisaillement-écrasement en appui dentaire indirect (en présence d'aliments), puis direct (avant déglutition). Les faces en contact sont les cuspides palatines maxillaires et vestibulaires mandibulaires.

Entre les deux, il y a un relâchement complet de l'activité musculaire aux environs de l'O.I.M. durant quelques millisecondes.

Sortie de cycle : c'est lors du mouvement centripète descendant vers la canine opposée que se présente la phase la plus active du mouvement de mastication : le ptérygoïdien médial, le masséter superficiel et le temporal antérieur du côté triturant sont à leur pic d'activité. Les temporal antérieur et masséter opposés vont placer la mandibule vers l'avant, afin de trouver un guidage canin controlatéral de sortie de cycle.

C'est au cours de cette phase dento-dentaire que l'anatomie occlusale des dents cuspidées va jouer son rôle de guidage (le pont d'émail de la première molaire maxillaire en est la structure anatomique privilégiée) et d'appui, afin d'assurer l'efficacité masticatoire.

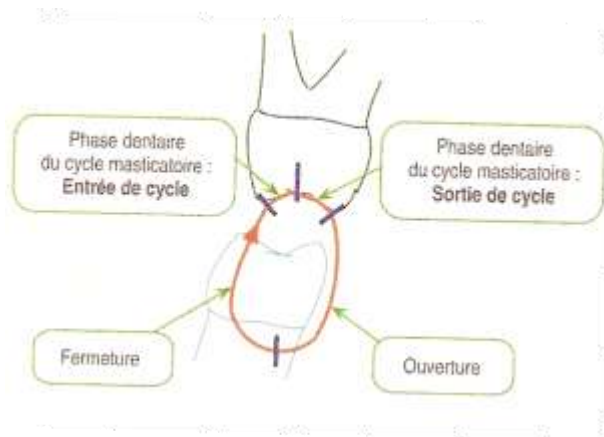


Figure 15 - schéma d'un cycle de mastication (d'après Le Gall et Lauret 2002)

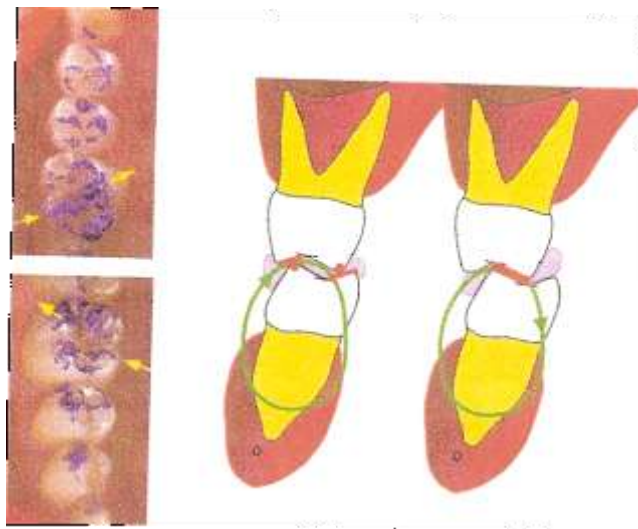


Figure 16 - phases d'entrée et de sortie de cycle dentaire du côté droit (d'après Le Gall et Lauret 2002)

On peut la décrire en termes plus simples comme une série d'étapes [85]:

- phase de préparation (l'ouverture buccale est rapide avec un léger glissement du côté non travaillant, suivi d'une élévation rapide du côté travaillant) ;
- contact alimentaire (il y a contact entre les aliments et les dents afin d'évaluer la texture et la résistance) ;
- écrasement (le mouvement ascendant est légèrement excentré) ;
- broiement (cette étape prolonge la précédente et permet aux dents d'entrer en contact) ;
- contact (les dents n'entrent en O.I.M. que si le bol alimentaire le permet, selon sa plasticité et son insalivation).

1.7.2.3 Enveloppe fonctionnelle :

Les trajets réalisés par la mandibule lors des cycles masticatoires vont définir ce que l'on appelle l'enveloppe fonctionnelle.

Elle se définit dans les trois plans de l'espace :

- plan frontal : grand déplacement vertical donnant à cette enveloppe limite une forme de goutte à sommet supérieur, variable selon la morphologie des guides incisivo-canins ;
- plan sagittal : faible déplacement antéro-postérieur, mais grand déplacement vertical donnant une morphologie en huit allongés ;
- plan horizontal : très peu de déplacement latéral, morphologie en huit de petite taille.

L'enveloppe fonctionnelle de la mastication s'inscrit à l'intérieur de l'enveloppe limite du diagramme de Posselt. Au cours des mouvements fonctionnels comme la mastication et la phonation, les positions limites sont toujours évitées, à l'exception de L'O.I.M., à la fois limite et fonctionnelle. Les habitudes psycho-socio-comportementales peuvent entraîner des attitudes amenant à dépasser les limites de l'enveloppe fonctionnelle, mais toujours au sein de l'enveloppe limite des mouvements.

L'enveloppe limite de Posselt a été établie par l'étude des mouvements fondamentaux que sont l'ouverture/fermeture, la propulsion/rétropulsion, la protraction/rétraction et la diduction. Elle représente les mouvements potentiels réalisables par l'appareil manducateur, alors que l'enveloppe fonctionnelle dessine le mode de fonctionnement réel.

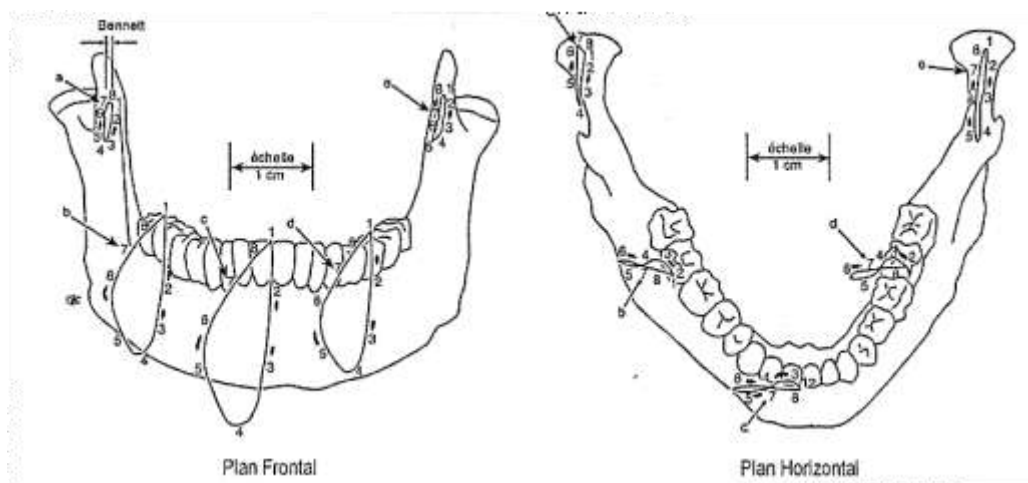
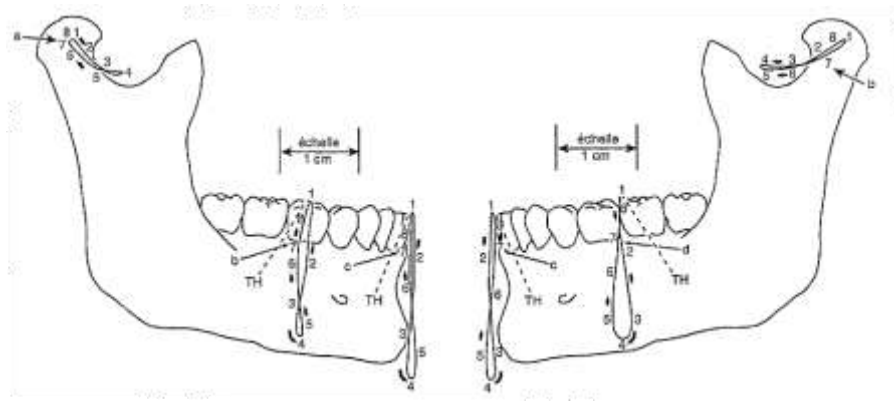


Figure 17 - Cycle de mastication de l'adulte sain en vue frontale et horizontale (d'après Lundeen et Gibbs 1982)



**Figure 18 - Cycle de mastication chez l'adulte sain en vue sagittale
(d'après Lundeen et Gibbs 1982)**

1.7.3 Quelques chiffres sur la mastication [85]:

- la mastication du bol alimentaire nécessite en moyenne *15 cycles* [125] ;
- un cycle dure environ *1 seconde* répartie en: 300 ms de phase de préparation, 100 ms de contact alimentaire, 300 ms d'écrasement, 100 ms de broiement et 200 ms de contact inter-dentaire ;
- l'amplitude d'ouverture est de *20 mm*, puis va en diminuant au fur et à mesure de la mastication ;
- lors du cycle de mastication, les contacts dentaires s'établissent dans *60 %* des cas en fermeture et dans *56%* des cas en ouverture ;
- le contact dentaire dure *194 ms* (écart type de 38 ms) lors de la phase terminale de mastication [125] ;
- lors de la phase finale de mastication, les forces mises en jeu atteignent 30 à 40 % de la contraction maximale volontaire, soit *26,7 kg* au maximum par cm^2 (force de l'occlusion). La contraction maximale volontaire au niveau des molaires atteint en moyenne *50 kg*, mais chez certains individus, elle peut atteindre *150 kg* (ce seuil est encore augmenté par l'effort, le stress et les parafunctions). Les forces transmises sont plus faibles lors de la mastication que lors de la déglutition du fait du bol alimentaire absorbant une partie des pressions [96]. Les forces sont plus intenses dans la région molaire et diminuent dans la région incisive ;
- l'amplitude du glissement est d'environ *1,3 mm* lors de la fermeture et de *0,9 mm* en moyenne à l'ouverture. Ces amplitudes varient selon l'anatomie des faces oclusales.

1.8 La phonation :

1.8.1 Acquisition et développement :

Le son de la voix se forme au niveau des cordes vocales et ne nécessite aucun apprentissage. L'enfant qui naît possède cette faculté mais ne l'utilise que pour exprimer son

mécontentement. Le langage, lui est constitué par la modification des sons au niveau du pharynx, de la cavité buccale et des fosses nasales. Il demande un long apprentissage qui prendra environ trois ans, mais continuera de s'affiner la vie entière.

- *nouveau-né* : réagit à la voix de sa mère en émettant des sons et en gigotant ;
- *4 à 6 semaines* : premiers gazouillis ;
- *4 mois* : cris perçants et sifflements; possède toute une gamme de sons ;
- *6 mois* : lie plusieurs sons ensembles ;
- *7 mois* : premières syllabes «ba», «pa» , «ca» ;
- *8-9 mois* : maîtrise les consonnes t, d et v ;
- *11 mois* : commence la prononciation de mots ;
- *15 mois* : s'exprime dans son jargon avec phrasé et inflexions de voix ;
- *18 mois* : possède une dizaine voire une trentaine de mots ;
- *18 mois à 2 ans* : possède environ 175 mots, combine les mots en vue de former des affirmations ou des questions, utilise les pronoms possessifs et la négation ;
- *2 à 3 ans* : possède désormais 700 à 800 mots (il possèdera au moins 1000 mots à trois ans) ; fait des phrases plus longues même s'il continue à mal prononcer certains mots; peut relier deux idées en une même phrase. Durant cette année d'évolution, on estime qu'il est capable d'enregistrer un mot par heure!!!

Il est évident que nos enfants apprennent de plus en plus vite si l'on en juge la littérature: le Dr Myriam Stoppard donnait dans son livre les premières années de la vie (1995) des chiffres trois fois plus petits que ceux énoncés par Marcel Rufo dans l'ouvrage élever bébé édition 2006.

1.8.2 Importance des dents, des lèvres et de la langue dans la phonation :

L'étude de la phonation révèle **différents points d'articulation** pour la prononciation des consonnes :

- *labial*: bilabial par rapprochement des lèvres supérieures et inférieures (consonnes b, p, m) ou labiodental par rapprochement de la lèvre inférieure et des dents supérieures (consonnes f et v) ;
- *coronal*: linguo-labial, dental par rapprochement du bout de la langue avec les dents (consonnes d, t, n, l), alvéolaire au niveau des alvéoles des dents supérieures avec constriction réalisée par la langue (consonnes z et s) et post-alvéolaire au niveau de la jonction alvéoles des dents supérieures et palais dur (ch et j) ;
- *dorsal*: palatal (gn), vélaire (k, g) et uvulaire (r) ;
- *multiple*: labio-palatal, labio-vélaire et post alvéolo-vélaire.

Il existe aussi **différents mode d'articulation** des consonnes, selon:

- le type d'obstruction au passage de l'air ;
- la cavité de résonance (nasale ou orale) ;
- le type d'écoulement ;
- le mécanisme à l'origine de l'écoulement.

Les voyelles peuvent être ouvertes ou fermées, antérieures ou postérieures, orales ou nasales, arrondies ou non.

On voit bien ici la diversité phonétique d'une langue et l'on comprend mieux pourquoi le mécanisme d'apprentissage peut prendre des années.

1.8.2.1 Les dents :

Les dents de lait donnent à la langue les appuis nécessaires à la prononciation de certains phonèmes lors de l'acquisition du langage. S'il vient à manquer des dents antérieures, la langue va venir combler l'espace lors de la prononciation et être à l'origine d'un zozotement. A l'inverse, une édentation postérieure bilatérale provoque un chuintement. Ces troubles resteront temporaires en cas d'absence de trouble précédant la perte prématurée des dents.

1.8.2.2 Les lèvres :

L'évaluation de la tonicité labiale et de la posture linguale est un préalable indispensable à toute thérapie occlusale. Les postures statiques et dynamiques de la sangle oro-labiale et de la langue sont observées au cours de l'interrogatoire et vérifiées lors de l'examen clinique. La tonicité labiale est évaluée par la palpation, au repos et lors des fonctions : la partie médiane et les parties latérales sont pincées légèrement entre le pouce et l'index pour y vérifier leur caractère flasque ou tonique et identifier une éventuelle hypotonie ou hypertonie. L'observation est complétée par la recherche des incompétences labiales, ainsi que par l'évaluation du degré de tension des sillons labio-mentonniers et naso-labial.

1.8.2.3 La langue :

Suivant la position de la langue, les sons que nous allons émettre seront différents... Il faut savoir que la langue, en fonctionnement normal, ne prend jamais appui sur les incisives supérieures et ne s'interpose pas entre les dents. Mais, la langue « a horreur du vide » et comble l'espace laissé libre par une béance ou une édentation. Nous observons alors fréquemment une interposition des bords de la langue entre les molaires ou entre les lèvres au niveau d'une béance. Cela va grandement perturber la prononciation de consonnes. Dans ces cas d'inocclusion dentaire ou de béance, l'interposition linguale ou labiale entretient un déséquilibre qu'il est essentiel d'évaluer avant d'établir un plan thérapeutique. En effet, si des forces linguales et/ou labiales ne sont pas contrôlées, la récurrence est inéluctable que ce soit après les traitements orthodontiques, chirurgicaux, voire prothétiques. Si la langue n'est pas rééduquée, elle va participer à la pérennité de la lésion. Tant que le déséquilibre neuro-musculaire n'est pas supprimé, il ne faut pas changer la forme de l'occlusion : on s'expose obligatoirement à des récurrences (on ne gagne jamais contre un muscle !). Nous verrons plus loin l'intérêt dans de tels troubles de confier ce genre de patient à un ostéopathe et/ou à un orthophoniste.

Pour confirmer une dysfonction linguale, la position de la langue est examinée au repos, lors de la déglutition et au cours de la parole. Ces trois examens constituent un ensemble diagnostic indissociable ; il n'existe pas de déglutition atypique isolée. Pendant la déglutition, l'appui lingual s'effectue plus largement sur les papilles palatines. Normalement, les dents sont en contact, sans participation de la sangle labiale. Lors de la prononciation des « palatales » (L, N, D, T), la langue se situe normalement sur les papilles palatines : la surface d'appui augmente du L au T. Une position basse, située entre les dents antérieures ou aplatie sur les secteurs latéraux, est considérée comme dysfonctionnelle. L'aspiration des lèvres, la participation des scalènes, la double déglutition, sont les caractéristiques dysfonctionnelles à rechercher au cours de la déglutition.

1.8.3 Enveloppe fonctionnelle :

L'espace utilisé par un sujet lors de la phonation est bien plus étroit que lors de la mastication:

- *plan horizontal* : Il n'existe presque pas de déplacement latéral ;
- *plan frontal* : le mouvement vertical n'atteint jamais l'O.I.M. et reste très petit ;
- *plan sagittal* : l'espace antéro-postérieur est notable.

Attention: Cette enveloppe fonctionnelle est augmentée par l'élévation du volume sonore (chanteurs par exemple).

Là encore, l'enveloppe fonctionnelle de la phonation s'inscrit à l'intérieur de l'enveloppe limite du diagramme de Posselt.

1.8.4 Pathologie : les altérations de la dimension verticale :

Les altérations de la dimension verticale ont des conséquences observables au niveau musculaire, articulaire et muqueux. Toutefois, les modifications modérées de la D.V.O. n'entraînent pas de déséquilibre de l'appareil manducateur. Elles sont généralement bien tolérées si elles sont symétriques. Seules les modifications brutales, importantes et asymétriques peuvent engendrer un DAM. La diminution de dimension verticale est la plus fréquemment observée.

1.8.4.1 Incidences d'une diminution de la dimension verticale :

- conséquences phonétiques : difficultés de prononciation avec chuintement ;
- conséquences muqueuses : perlèche commissurale (plus fréquente chez les patients porteurs de prothèse totale, mais retrouvé parfois aussi chez des personnes dentées) et écrasement de la région antérieure de la voûte palatine avec possible déplacement de la papille incisive ;

- conséquences esthétiques : vieillissement avec accentuation des plis naso-génien, labio-génien et labio-mentonnier, mais aussi, lèvres pincées ;

- conséquences musculaires : lors d'une contraction musculaire mandibulaire, les muscles élévateurs seront en hypercontraction avec apparition de spasmes ; répercussions sur le fonctionnement lingual, par diminution du volume de la cavité buccale ;

- conséquences articulaires : les A.T.M. sont repoussées vers l'arrière dans les cavités glénoïdes (compression de la zone bilaminaire), provoquant des douleurs dans la région du tragus et des troubles auriculaires du type vertiges ;

- conséquences à distance : les muscles hypercontractés sont à l'origine de tensions ou de contractions excessives des muscles voisins. Il en résulte des douleurs à distance avec apparition de zones gachettes correspondant aux points spasmés douloureux.

1.8.4.2 Incidences d'une surévaluation de la dimension verticale :

- conséquences phonétiques : difficultés de prononciation avec sifflantes (la prononciation du s correspondant à l'espace libre phonétique minimum de 1 à 1,5 mm permet d'affirmer ou d'infirmar cette surévaluation) ;

- conséquences muqueuses : sensation de douleur, voire de brûlure au niveau de la surface d'appui ;

- conséquences esthétiques : absence de compétence labiale ;

- conséquences musculaires : hyperactivité des muscles élévateurs, orbiculaires et releveurs des lèvres malgré une bonne stabilité occlusale (s'accompagne d'une diminution de l'espace libre). On ne sait toujours pas si des changements modérés de l'ordre de 4 à 6 mm peuvent produire les mêmes conséquences; par contre, on sait que le patient denté peut provoquer cette situation en interposant la langue lors de la déglutition entre les secteurs latéraux (conduit à l'égression ou la version des dents de la même manière qu'une extraction non compensée).

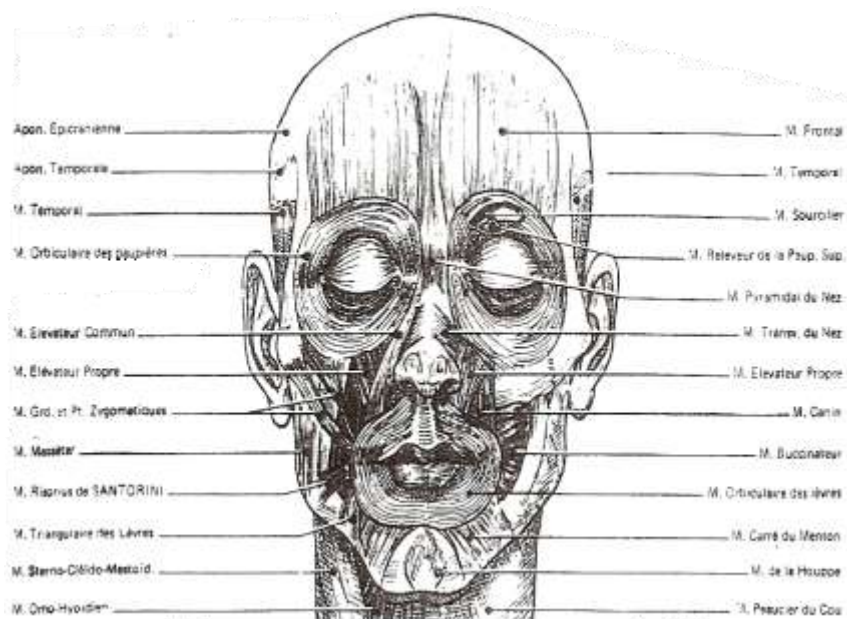
1.8.5 Conséquences thérapeutiques :

L'utilisation de la phonétique semble être la technique la plus adaptée pour déterminer l'espace libre phonétique. Il convient de demander au patient la prononciation de consonnes labiodentales type f et v et d'évaluer la position des bords libres mandibulaires par rapport aux bords libres des dents maxillaires. L'espace phonétique minimum est la dimension la plus reproductible et la seule qui soit constante tout au long de la vie d'un homme. Il se calcule sur la base des sibilantes s, ch, z et f. L'espace phonétique le plus grand ne peut être considéré comme une référence de par sa variabilité en fonction de la posture de la tête et du tronc, de l'âge, du stress, de la douleur...

1.9 Le comportement :

1.9.1 L'appareil manducateur, miroir des émotions :

Nous avons vu, dans le paragraphe précédent, que l'appareil manducateur est le siège de l'expression verbale. L'appareil manducateur participe aussi avec, entre autre, la région orbitaire et péri-orbitaire à l'expression non verbale des sentiments.



MUSCLES	MIMIQUES
Le Frontal (Occipito-frontal)	Surprise, étonnement
Sourcilier (corrugateur du sourcil)	Sévérité.
Releveur de la paupière supérieure	Ouverture ++ de la fente palpébrale
Orbiculaires des paupières (orbiculaire de l'œil)	Fermeture de la fente palpébrale
Pyramidal du nez (procérus)	Dégoût
Transverse du nez (nasal partie transverse)	Dilate (fibres inf) ou compresse (fibres sup) les narines.
Dilatateur des narines (nasal partie alaire)	Envie, désir.
Myrtiforme (abaisseur du septum nasal)	Tire la cloison nasale vers le bas.
Orbiculaire des lèvres (orbiculaire de la bouche)	Siffler, le « Bisou ».
Releveur de la lèvre sup (élévateur lèvre sup)	Découvre les incisives du haut.
Canin (Elévateur de l'angle de la bouche)	Ricanement, découvre la canine.
Zygomaticues (Zygomaticues)	Rire, Joie.
Le Buccinateur (Buccinateur)	Comprime les joue sur les gencives ?
Le Risorius (Risorius)	Ironie, Sourire énigmatique de la Joconde.
Triangulaire des lèvres (Abaisseur de l'angle de la bouche)	Tristesse, pleur.
Carré du menton (Abaisseur de la lèvre inférieure)	La moue
La houppe du menton (muscle du menton)	Doute, indécision.
Peaucier du cou	Terreur.

Figure 19 - muscles faciaux et mimique (cours de kinésithérapie Fourneau- 2^{ème} année - Saint Sébastien sur Loire 2007)

1.9.2 L'appareil manducateur, soupape du stress (Slavicek) :

Il apparaît que chez l'être humain, le fait de serrer les dents apporte :

- une augmentation de la concentration ;
- une amélioration des performances ;
- un moyen d'endurer la douleur ;
- un moyen de ravalier sa colère.

Cas des sportifs de haut niveau :

On sait désormais que pour développer une force importante, il faut, avant épreuve, *se mettre en apnée et serrer les dents*. Cela montre l'importance des muscles masticateurs dans l'obtention d'une grande force musculaire. Les sportifs prennent d'eux même, par réflexe, une *position d'occlusion de compensation ou de confort*. Cette dernière apporte le meilleur influx musculaire nécessaire pour effectuer au mieux le mouvement demandé.

1.9.2.1 Le stress :

La notion même de stress n'est apparue que tardivement il y a une cinquantaine d'années. Le stress se distingue de la dépression par son caractère événementiel : c'est une réaction d'adaptation d'un individu face à une situation. Il y a stress dès que l'individu doit fournir un effort d'adaptation pour répondre à une sollicitation de l'environnement. Il implique des modifications d'ordre physique (douleurs abdominales, troubles musculaires et nerveux, hypertension artérielle...), comportemental (onychophagie, succion de doigts, mordillement des joues, bruxisme...), psychologique et émotionnel (variable dans son intensité et sa nature : il peut susciter du plaisir, de la joie, mais aussi de la colère, de la peur...). Chaque individu y réagit de manière différente selon sa personnalité, sa force intérieure, son énergie ou sa fatigue, son apprentissage et son état émotionnel.



Figure 20 - les modalités du stress (d'après Emery 2002)

L'importance dans le monde occidental des troubles liés au stress (dépression et anxiété) est alarmante :

- Les études cliniques suggèrent que 50 à 75 % des consultations médicales seraient motivées avant tout par le stress et que, en terme de mortalité, le stress est un facteur de risque plus grave que le tabac ;
- la majorité des médicaments utilisés dans les pays industrialisés visent à traiter des problèmes directement liés au stress (antidépresseurs, anxiolytiques, somnifères, antiacides, antihypertenseurs et anticholestérol) ;
- selon un rapport de l'observatoire national du médicament, les français sont parmi les plus grands consommateurs au monde d'antidépresseurs et tranquillisants (un français sur sept a régulièrement recours à la prise de psychotropes) ;
- les français ont aussi comme triste record d'être les plus grands consommateurs d'alcool au monde; cette addiction permet là encore de gérer au mieux les problèmes de stress et de dépression.

1.9.2.2 Le bruxisme :

1.9.2.2.1 Lien hypothétique entre le stress et l'apparition d'un bruxisme :

Hippocrate, cité par Rozenzweig (1994) soulignait déjà durant la période antique que *«l'usure dentaire reflète le désarroi de l'esprit»*. Cet aphorisme montre bien la dimension du problème, qui s'étend bien au-delà du champ d'application de l'odonto-stomatologiste.

Le bruxisme apparaît comme une des manifestations de la tension nerveuse émotionnelle, comme une réponse inadaptée à des problèmes impossibles à exprimer que sont l'anxiété, l'angoisse, la tendance dépressive, le stress...Il existe chez tous les individus un seuil de tolérance au stress qu'il ne faut pas dépasser. Car, si l'anxiété est un phénomène psychique physiologique, les événements quotidiens ont une incidence sur l'activité nocturne des muscles masséters : tout stress ou tension diurne va provoquer une hyperactivité nocturne. Au niveau de la zone oro-faciale, l'anxiété se traduirait par une tension musculaire nocturne, prélude au bruxisme, favorisé par le dérèglement du système nerveux végétatif (augmentation du rythme cardiaque durant les phases de bruxisme). Devant l'anxiété, les patients réagissent différemment selon les cas, soit par une tension musculaire, soit par un dérèglement du système nerveux autonome, soit par une manifestation conjointe. Parallèlement, les parafunctions observées le jour, du type morsures des joues et des lèvres, onychophagie, pulsions mandibulaires sont, là aussi, le fait d'une tension musculaire excessive.

1.9.2.2.2 Définition :

Sa définition varie selon les auteurs ; la plus complète et la plus significative est celle du Collège National d'Occlusodontologie (C.N.O.) le bruxisme est un comportement caractérisé par une activité motrice involontaire des muscles manducateurs, continue (serrements des dents) ou rythmique (grincement des dents), avec des contacts occlusaux.

D'autres auteurs y apportent des compléments intéressants :

- le bruxisme est une activité qui s'exerce en dehors de la fonction physiologique [139] ;
- il est considéré comme un trouble du comportement (Académie Américaine de Psychiatrie), mais aussi comme un désordre temporo-mandibulaire (Académie Américaine des Douleurs Orofaciales) ;
- le bruxisme est une parasomnie (Académie Américaine de Médecine du Sommeil). Les parasomnies sont des troubles qui apparaissent pendant le sommeil du type cauchemars, énurésie, somnambulisme et somniloquie.

Il existe deux formes de bruxisme [85] :

- **bruxisme en centré** (*clenching* dans les pays anglo-saxons) : les contractions musculaires sont isométriques et les contacts dento-dentaires statiques. Les facettes d'usure sont situées au niveau des points supports, dans les fosses ou sur les crêtes marginales sur l'ensemble de l'arcade. Elles sont constituées par des micromouvements mandibulaires en P.I.M. avec contraction maximale des élévateurs ;
- **bruxisme excentré** (*crunching* dans les pays anglo-saxons) : les contractions musculaires sont à la fois isométriques et isotoniques et les contacts dento-dentaires deviennent dynamiques. Il peut se situer sur des trajets fonctionnels (en latéralité majoritairement, avec un bruxisme dit sectoriel) ou parafunctionnels (les facettes d'usure sont situées au sommet, à l'angle ou sur le versant externe d'une cuspide vestibulaire).

Il est nécessaire d'étudier leur topographie pour connaître les muscles mis en jeu et leur implication éventuelle dans les douleurs oro-faciales.

Cette parafunction peut survenir le jour (bruxisme diurne ou de l'éveil) et/ou la nuit (bruxisme nocturne ou du sommeil). Les adultes peuvent présenter soit un bruxisme diurne, soit un bruxisme nocturne, soit les deux, tandis que les enfants présentent généralement des troubles uniquement nocturnes. Le bruxisme observé durant l'éveil se manifeste surtout par le serrement entre les arcades (silencieux, mais avec parfois morsure des lèvres, des joues et de la langue), alors que le bruxisme du sommeil se traduit essentiellement par des habitudes de grincements sonores. L'apparition du bruxisme serait précoce, parfois dès la mise en place de la première dentition et sa prévalence augmente entre 7 et 11 ans. Cette parafunction infantile serait due à l'absence de calage occlusal et de guide antérieur, du fait des multiples changements opérant à cet âge. Le facteur déclenchant serait là encore psycho-somatique.

1.9.2.2.3 Etiologies reconnues du bruxisme :

Il existe aujourd'hui un consensus pour reconnaître que l'origine de la parafunction est multifactorielle :

- les auteurs sont partagés en ce qui concerne les *facteurs occlusaux* : pour certains, ils jouaient un rôle déterminant dans l'apparition du bruxisme [34] mais des études ont

démontrées, en créant des interférences expérimentales, que les malocclusions n'avaient qu'un rôle secondaire à jouer et que les corrections occlusales ne modifiaient pas les épisodes parafunctionnels ;

- la *prise en compte de la personnalité et du niveau de stress* des patients s'est désormais imposée comme une évidence pour tout le corps médical concerné. Elle est à l'origine des crispations, provoquant l'usure en P.I.M. et des habitudes nocives imposant une hyperfonction musculaire comme l'onychophagie ;

- des voies de recherche concernant *l'implication de neuromédiateurs* comme la dopamine et la sérotonine sont développées ;

- des hypothèses ont été avancées quant à une *possible implication génétique* (les enfants de parents bruxomanes grincement plus des dents que les enfants de parents non bruxomanes), *allergique* (le bruxisme est trois fois plus fréquent chez les enfants allergiques, car le grincement tendrait à déboucher les trompes d'Eustache) *et systémique* (l'augmentation du taux d'histamine ou de catécholamines, les déséquilibres enzymatiques, le déficit vitaminique ou magnésique serait à l'origine de tensions musculaires) ;

- des corrélations ont été mises en évidence entre le bruxisme et la **consommation d'alcool, de tabac, et la prise de drogues ou de médicaments** ;

- les **travaux prothétiques, orthodontiques ou restaurateurs iatrogènes** peuvent créer des interférences travaillantes et non travaillantes induisant un bruxisme réactionnel.

Nota bene :

Facteurs spécifiques au bruxisme nocturne [85] :

- **position et rythme de sommeil** (pendant le sommeil, la position du buste et de la tête provoquent un déplacement de la mandibule supprimant la stabilité occlusale nécessaire à la déglutition. Des contacts non travaillants apparaissent du côté de l'arcade en appui avec pour corollaire des douleurs articulaires contralatérales) ;

- **participation du système nerveux central** (la stimulation du système limbique abolit l'activité réflexe anti-bruxisme).

Facteurs spécifiques au bruxisme diurne [85] :

- **environnement ou habitudes comportementales** (atteintes émotionnelles, attitudes professionnelles, parafunctions quotidiennes...) ;

- **dysfonctions de la région cervicale** (à l'origine d'une antéposition de la tête provoquant des tensions musculaires post-vertébrales et une modification des contacts dento-dentaires favorisant l'apparition du bruxisme). Ce facteur n'est qu'une hypothèse propre à l'auteur et n'a pas été démontré...

1.9.2.4.4 Impact dentaire, osseux, musculaire et articulaire :

Bon nombre de pathologies de l'appareil manducateur ont été déclarées comme étant reliées au bruxisme. En voici une liste sûrement non exhaustive...

Impact dentaire :

- usures des dents ;
- nécroses dentaires ;
- malocclusions ;
- fêlures ou fractures coronaires, voire coronoradiculaires ;
- fractures des matériaux de reconstitution ;
- apparition ou aggravation des phénomènes de sensibilités dentaires ;
- mobilités dentaires.

Impact osseux (os mandibulaire) :

- lyse de l'os péri-dentaire (parodontolyse) ;
- exostoses.

Impact musculaire :

- tensions musculaires à prédominance matinale (spasmes) ;
- myalgies ;
- hypertrophie des muscles élévateurs.

Impact articulaire :

- douleurs au niveau des A.T.M. ;
- claquements articulaires ;
- surcharges et remodelages articulaires ;
- limitation des mouvements mandibulaires ;
- déplacement discal.

Impact à distance :

- céphalées de tension ;
- algies oro-faciales chroniques.

Le bruxisme n'aurait aucune conséquence sur la position de la tête et du cou si l'on compare des individus avec et sans parafunctions (mandibule en position de repos). L'angle pris entre le sternum et le menton ne subit pas de modification significative [34].

Attention : Il apparaît nécessaire de bien distinguer les facettes d'usure pathologiques dues au bruxisme et les facettes d'usures physiologiques. Ces dernières de constituent de façon

progressive et bilatérale sur les sommets des cuspides mandibulaires et sur les surfaces de guidage maxillaires. Elles sont le témoin de l'activité fonctionnelle passée.

1.9.2.3 Les DAM :

1.9.2.3.1 Lien hypothétique entre le stress et l'apparition des DAM :

La pathologie dysfonctionnelle manducatrice, très répandue, est en augmentation de façon constante. Elle survient surtout dans les pays industrialisés, à niveau socio-culturel élevé. Ce phénomène évoque bien le rôle déterminant du stress dans l'apparition de la maladie.

1.9.2.3.2 Définition :

Le terme de SADAM a été utilisé en premier lieu par Rozenzweig (1977) :

- il introduisait le terme d'appareil manducateur ;
- il comprenait à la fois les troubles articulaires et musculaires ;
- il associait douleurs et dysfonctions.

Toutefois les algies n'étant pas constantes, le terme de DAM (dysfonction de l'appareil manducateur) est plus approprié. En fait, il ne s'agit pas d'un syndrome mais d'un dysfonctionnement algique ou non algique. Les symptômes ne sont pas tous présents au même moment. C'est pourquoi le Collège National d'Occlusodontologie (C.N.O.) a modifié la terminologie et décidé de supprimer la composante algique de sa définition : il convient désormais de parler de DAM (ou ADAM) et non de SADAM.

Les descriptions qui suivent ont été faites par Rozenzweig (1977) à propos du SADAM, mais ces descriptions peuvent aussi bien être transposées aux DAM.

Le DAM traduit un défaut d'adaptation de l'appareil manducateur à une dysfonction ou à une parafonction, majoré par un trouble du psychisme ou de l'état général.

On utilise pour décrire cette pathologie toute sorte de termes : dysfonctions craniomandibulaires, désordres temporo-mandibulaires ou DAM.

Ses manifestations cliniques sont extrêmement variées et si certaines orientent d'emblée vers l'appareil manducateur, d'autres peuvent prêter à confusion. En outre, si le DAM peut comporter plusieurs symptômes, il peut aussi se limiter à un seul signe et n'être pas algique.

1.9.2.3.3 Etiologies reconnues des DAM :

Le déclenchement d'un DAM nécessite l'intervention de plusieurs facteurs :

Facteurs somatiques locaux (déclenchants et prédominants) :

- *troubles de l'occlusion*, dont le bruxisme (provoquant une déviation mandibulaire ou une instabilité en OIM, une limitation de l'enveloppe fonctionnelle par réflexe d'évitement ou interférence occlusale) ; ces anomalies occlusales sont aggravées par une asymétrie de position ou fonctionnelle, car l'ATM possède un très faible potentiel d'adaptation dans le sens transversal ;
- *anomalies posturales* fonctionnelles (postures professionnelles nocives, décubitus ventral nocturne conduisant à un appui latéral prolongé mandibulaire, une compression des tissus rétro-discaux contro-latéraux et un spasme réflexe du ptérygoïdien latéral) ou organiques (scoliose, cyphose...) que le trouble soit structural, idiopathique ou secondaire ;
- *traumatismes de l'appareil manducateur* (contusion, coup du lapin, fracture de la région condylienne, ouvertures forcées ou fractures du massif facial modifiant l'occlusion).

Facteurs somatiques généraux (favorisants) :

- *troubles métaboliques ou endocriniens* (la femme jeune est plus fréquemment touchée) ;
- *âge* (les possibilités d'adaptation et la plasticité de l'ATM diminue avec l'âge) ;
- *troubles de l'homéostasie d'origine nutritionnelle* (carence en magnésium...).

Facteurs psychiques (favorisants) :

- *anxiété* ;
- *autres troubles*.

Un DAM a d'autant plus de chances d'apparaître que ces trois éléments sont présents à un degré suffisant. Les possibilités d'adaptation de l'appareil manducateur sont variables selon les individus et selon la période considérée. Si l'appareil s'adapte, il n'y aura aucun trouble ; dans le cas contraire, un DAM pourra apparaître.

Dans 20 % des cas, on ne retrouve aucune cause au DAM, il est dit idiopathique.

Nota bene : un bruxisme peut déclencher à terme un DAM...

1.9.2.3.4 Impact dentaire, musculaire, articulaire et à distance :

Impact dentaire :

Les atteintes dentaires et parodontales sont secondaires aux traumatismes occlusaux (parafunctions, prématurités, interférences, bruxisme...).

Impact musculaire :

Les parafonctions, l'instabilité occlusale et les mouvements d'évitement sont à l'origine de spasmes musculaires provoquant :

- douleurs musculaires ;
- limitations de l'ouverture buccale (liées au spasme et à la douleur) ;
- hypertrophie musculaire (liée à l'hyperfonction).

Impact articulaire :

- douleurs articulaires (liée à l'excitation des récepteurs sensitifs des zones pré et rétro-discales et des ligaments capsulaires) ; les douleurs articulaires deviennent souvent myo-articulaires par spasme réflexe surajouté ;
- bruits articulaires (*claquements* lorsque le disque est déplacé en avant et en dedans par rapport au condyle ou *crépitations* par frottement des surfaces articulaires l'une contre l'autre) ;
- limitation (liée à la douleur et aux obstacles intra-articulaires) ou exagération de l'ouverture buccale (liée à l'hyperlaxité des attaches discales, de l'attache condylienne du ptérygoïdien latéral et du plan capsulo-ligamentaire) ;
- atteintes synoviales ou ligamentaires (synovites ou capsulites) ;
- anomalies de position (déplacement discal réductible ou irréductible, hyperlaxités ligamentaires, luxation temporo-mandibulaire) ou de structures (adhérences, dégénérescences mucoïdes, perforations discales) de l'appareil discal ;
- arthrose temporo-mandibulaire.

Impact à distance :

- céphalées (liées à des algies primitives ou irradiées du muscle temporal, des spasmes de la nuque ou une compression de l'artère méningée moyenne par un disque déplacé) ;
- otalgies (irradiation de douleurs articulaires et musculaires), acouphènes et sensations d'oreilles bouchées (par spasme du muscle tenseur du voile et du muscle tenseur du tympan) ;
- manifestation pseudo-sinusienne maxillaire (liée au spasme du ptérygoïdien latéral) ;
- manifestations ophtalmologiques : douleurs rétro-oculaires et péri-orbitaires (liée au spasme du ptérygoïdien latéral), asthénopie (liée à la décompensation d'une hétérophorie), anisocorie latente (mydriase plus intense du côté du DAM après application de collyre sympathicomimétique) ;
- manifestations pseudo-glandulaires (par hypertrophie des muscles environnants).

1.9.2.4 Profil psychologique des patients se plaignant de douleurs oro-faciales :

Si le pourcentage des patients bruxomanes tourne autour de 6 à 20 %, on retrouve 70 % de cas de bruxisme chez les individus présentant des signes ou symptômes de l'appareil manducateur (DAM). Mais les principales études réfutent toute relation de cause à effet et montrent que

bruxisme et dysfonctionnements temporo-mandibulaires coexistent souvent chez un même individu et doivent être considérées comme deux entités bien distinctes.

La personnalité de ce type de patient se rapproche de celle des lombalgiques, obèses chroniques, ulcéreux duodénaux et hypertendus. Il est à noter que la plupart de ces patients sont des femmes appartenant à un milieu socio-culturel élevé et dont les responsabilités professionnelles ou familiales représentent un facteur de stress non négligeable. L'anxiété et autres troubles psychiques vont agir comme catalyseurs des dysfonctions temporo-mandibulaires. Ils abaissent le seuil de résistance de l'appareil manducateur et aggravent contractures et parafunctions. La fréquence de troubles psychiques chez les patients souffrant d'un DAM est estimée à 20 %. Leur expression somatique trouve en général lieu et place au niveau de l'appareil manducateur.

1.10 La posture :

1.10.1 Acquisition et développement : phylogenèse :

1.10.1.1 La posture globale [45] :

La bipédie humaine proviendrait selon les ethnologues de l'australopithèque, il y a 3 millions d'années. Cette érection du corps reflète l'abandon de la fonction locomotrice du train avant, au profit d'une fonction dite spatiale. Elle s'est installée sur une période de 2,4 millions d'années (avènement de l'homo sapiens il y a 600 000 ans) au cours de laquelle se mirent en place de façon progressive de multiples changements :

- mise en position haute de la tête ;
- verticalisation du rachis par le biais d'une triple courbure mobile associée à la locomotion (avec un axe tragien) ;
- ouverture de l'angle coxo-fémoral (le fémur n'est plus oblique mais vertical);
- rectitude du genou et perpendicularité jambe-pied (due à la verticalisation des segments fémoral et jambier) ;
- parallélisme de l'hallux (gros doigt de pied) avec les autres rayons (autres orteils) ;
- libération des membres thoraciques et latéralisation des épaules ;
- la main devient organe de préhension et de relation (grâce à un pouce plus long notamment).

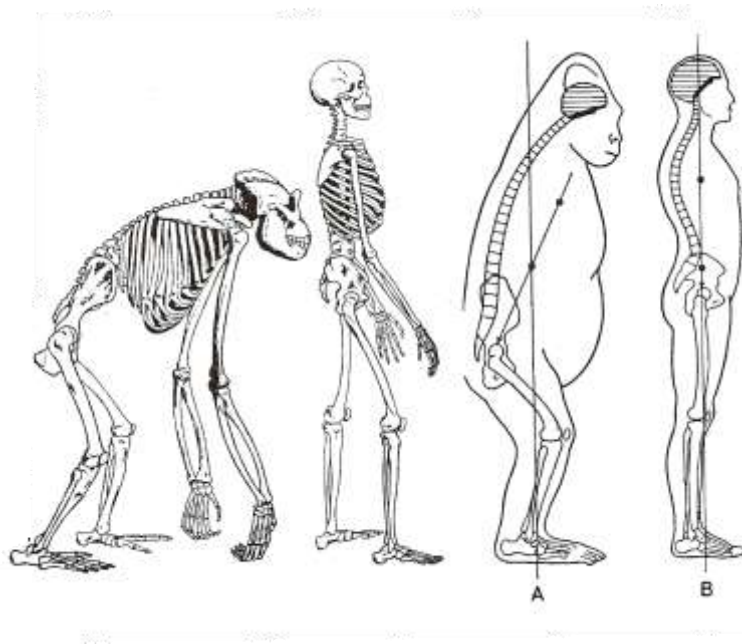


Figure 21 - Evolution de la posture crânienne du singe à l'homme (d'après Clauzade et Darraillans 1992)

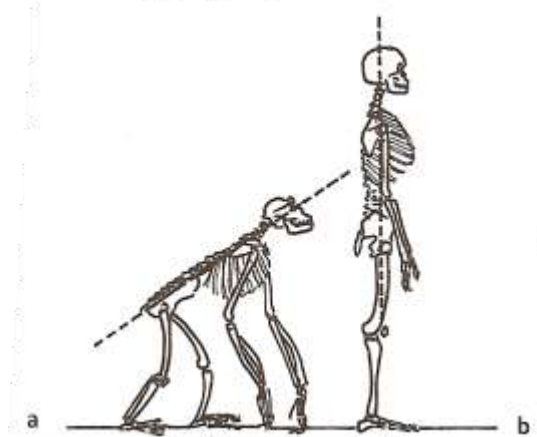


Figure 22 - comparaison de la posture du grand singe et de l'homme (d'après Dufour 2005)

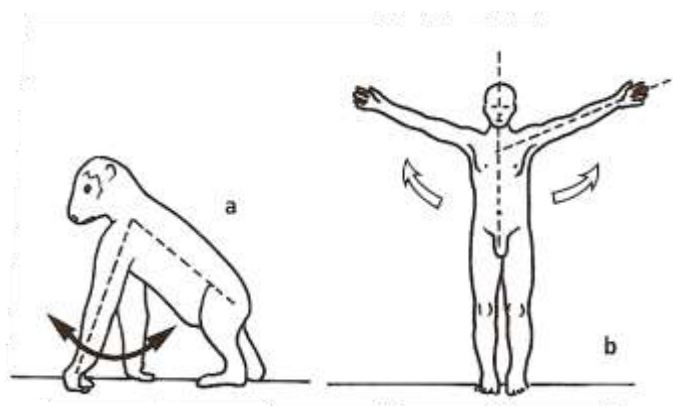


Figure 23 - débattement sagittal du membre supérieur du singe ,lié à la marche et espace de capture latéralisé de l'homme (d'après Dufour 2005)

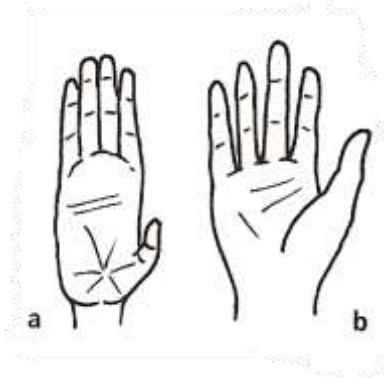


Figure 24 - la main-pince du gibbon et la main d'opposition de l'homme (d'après Dufour 2005)

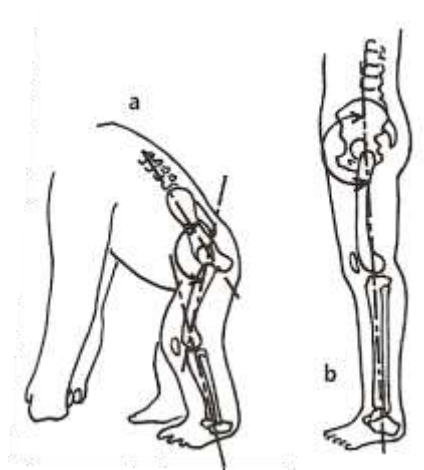


Figure 25 - angulation fémoro-jambière du singe et alignement du membre inférieur de l'homme (d'après Dufour 2005)

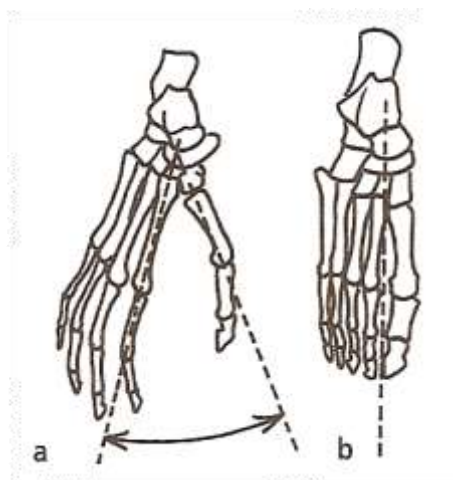


Figure 26 - Opposition de l'hallux chez le chimpanzé et parallélisme chez l'homme (d'après Dufour 2005)

1.10.1.2 La posture de la tête et du cou [40] :

Les éléments d'évolution du poisson à l'homme (Darwin : hypothèse non validée) constituent une suite continue où le crâne traduit les différents schémas posturaux. Le passage à la station verticale implique des changements dans la morphogenèse crânienne:

- **rotation occipitale** : le plan foraminien se retrouve horizontal par traction de la colonne vertébrale sur l'os occipital. Cette traction est compensée par une traction antérieure sphénoïdale. Il se met alors en place un jeu subtil entre les chaînes musculaires avec l'odontoïde comme point d'équilibre ;

- **coudure de la base du crâne** : la verticalisation a nécessité une flexion de la colonne vertébrale, mais aussi une coudure au niveau de la synchondrose sphéno-basilaire. En modifiant la position du larynx, on détermine le type de respiration, déglutition et la façon dont l'espèce pourra émettre des sons. Cette plicature explique peut être à elle seule l'avènement du langage humain (chez le mammifère et l'enfant de moins de deux ans, le larynx se situe haut placé, face aux trois premières cervicales; cette conformation leur permet de respirer et d'avaler en même temps, mais nécessite de jouer sur la forme de la cavité buccale pour moduler les sons. Au-delà, chez l'être humain, le larynx se place progressivement entre C4 et C7 ; l'épiglotte ne peut plus séparer les voies digestives et respiratoires, avec pour corollaire le risque de fausses routes avec asphyxie).

- **articulation mandibule-crâne** :

Au cours de la phylogenèse, la conformation de l'articulation entre les mâchoires va profondément se modifier :

- premiers tétrapodes : le palato-carré se fixe directement sur la boîte crânienne ; le stapes transmet les vibrations sonores, joue un rôle dans la suspension des mâchoires et dans la ventilation des branchies ;
- poissons : la partie dorsale de l'arc hyoïde, formée de l'hyomandibulaire (stapes) des poissons relie le squelette de la mâchoire supérieure et du palais ; l'hyomandibulaire a un rôle de soutien ;
- reptiles : articulation quadrato-articulaire formée des os carré et articulaire ;
- mammifères : articulation squamoso-dentaire entre le squamosal incorporé à la boîte crânienne et le dentaire, seul os constituant la mandibule. Le carré et l'articulaire deviennent l'enclume et le marteau chez le mammifère. Ils forment

avec le stapes, la chaîne des osselets de l'oreille moyenne. La structure des molaires se modifie en allant vers plus de complexité pour permettre la mastication ;

- homme : articulation temporo-mandibulaire entre l'os temporal et l'os mandibulaire avec un plan de mastication ou plan d'occlusion horizontal (il participe à l'équilibre postural avec la ligne du regard) ; disparition des os de l'articulation et des sutures les accompagnant au profit d'une structure d'amortissement : l'A.T.M.

Attention, dire que le plan d'occlusion est horizontal est un raccourci un peu rapide. En effet, le plan d'occlusion est défini par des courbes : courbe de Wilson dans le plan frontal et courbe de Spee dans le plan sagittal. De plus, le plan d'occlusion est oblique dans le plan sagittal par rapport au plan axio-orbitaire

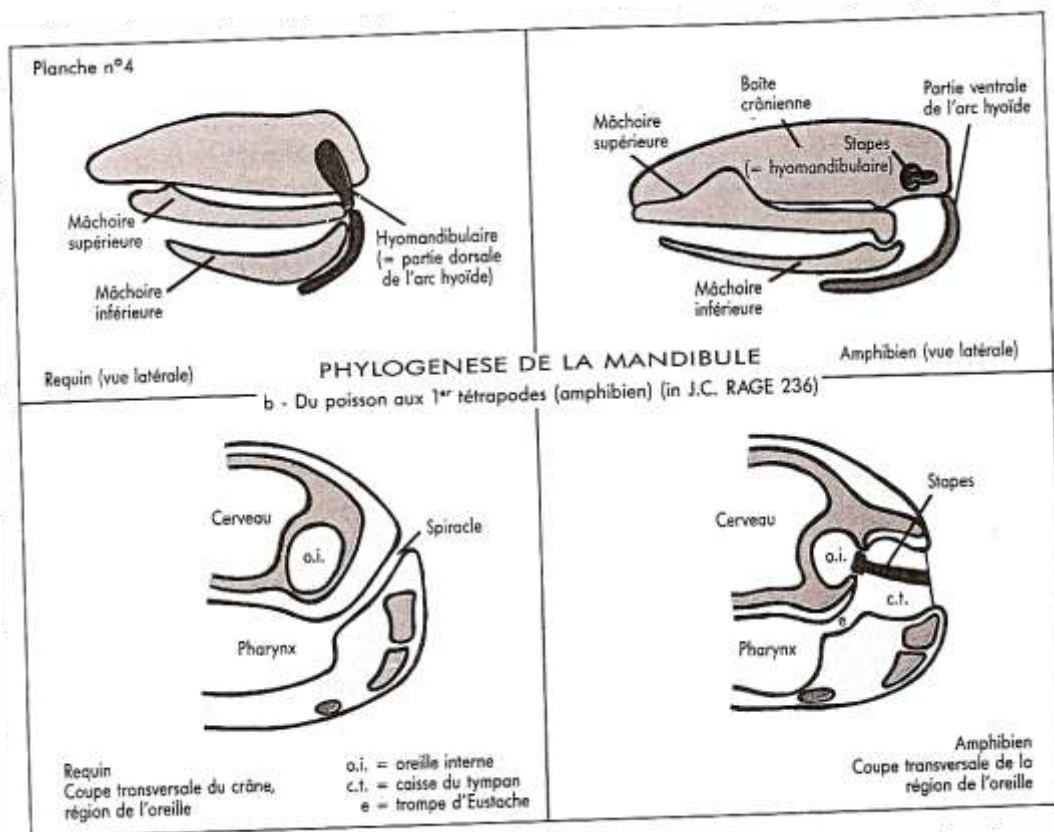


Figure 27 -Phylogénèse de la mandibule du poisson aux premiers tétrapodes (d'après Clauzade et Darraillans 1992)

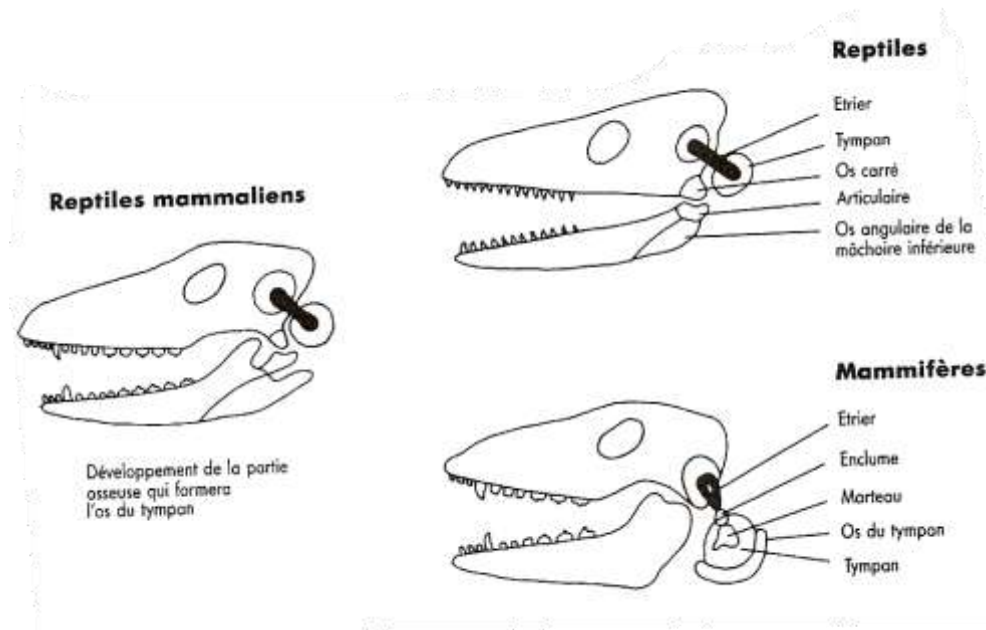


Figure 28 - comparaison des A.T.M. entre reptiles, reptiles mammaliens et mammifères (d'après Clauzade et Darraillans 1992)

1.10.1.3 La posture mandibulaire :

L'arrivée de la bipédie va modifier les rôles dévolus à la mandibule et à la cavité buccale ; d'un rôle de préhension, mastication et défense, elle devient propre au langage. La main, sous le contrôle du cerveau, aura désormais comme attribution la défense et la préhension nécessaires à la survie de l'espèce.

1.10.2 Acquisition et développement : ontogenèse :

1.10.2.1 La posture globale :

Chez le nourrisson, seules les **courbures thoraciques et sacro-coccygiennes** sont dessinées. Ces courbures primaires à convexité postérieure donnent à l'enfant l'allure d'un quadrupède.

La **courbure cervicale** est présente avant la naissance, mais n'est pas apparente tant que le bébé ne relève pas sa tête de lui-même (vers 3 mois).

La **courbure lombaire** se forme lorsqu'il commence l'apprentissage de la marche (vers 12 mois) et place le poids du tronc au dessus du centre de gravité assurant un meilleur équilibre en station debout.

Ces deux dernières courbures à convexité antérieure, sont dites courbures secondaires et proviennent d'un remaniement des disques intervertébraux.



Figure 29 - La colonne vertébrale (d'après Marieb 2005)

L'apprentissage de la motricité infantile rappelle les différents stades phylogénétiques :

- stade ventral : le bébé passe à la position ventrale vers la dixième semaine et commence à relever le buste vers douze semaines de vie ;
- stade de reptation : débute au cinquième mois avec prise d'appui sur les membres supérieurs ;
- stade assis : l'enfant peut se redresser par la force des muscles de son cou vers la 24^{ème} semaine et s'assoit aux alentours de la 28^{ème} semaine ;
- stade quadrupédique : action alternée des membres supérieurs et inférieurs entre 8 et 9 mois ;
- stade bipède : les progrès de l'équilibration statique et dynamique se feront entre le 13^{ème} et le 15^{ème} mois. A 18 mois, la marche est déjà aisée et bien rythmée [39].

1.10.2.2 La posture de la tête et du cou :

Au cours des premières semaines de vie, la principale transformation physique est l'amélioration du contrôle de la posture de la tête par le renforcement des muscles du cou. La tête d'un nouveau-né est volumineuse et lourde par rapport au reste de son corps. La tête représente la moitié de la hauteur totale de l'embryon ; elle passe à un quart à la naissance pour représenter un huitième de la hauteur totale de l'adulte. Le contrôle moteur et postural se développe du haut vers le bas du corps, suivant la loi de progression céphalo-caudale de Gesell (1953). A mesure qu'il devient plus robuste, il lui devient plus facile de maîtriser la position de sa tête et de son cou et sa colonne vertébrale améliore ses capacités à soutenir le poids de son torse. C'est la première étape de son apprentissage de la position assise et de la marche.

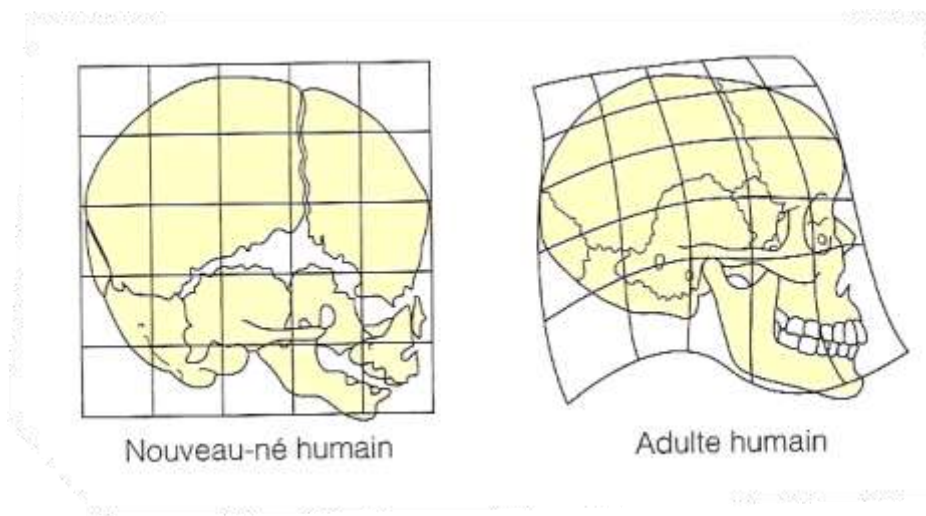


Figure 30 - grâce à la croissance différentielle, le crâne arrondi et court du nouveau-né se transforme pour devenir le crâne incliné de l'adulte (d'après Marieb 2005)

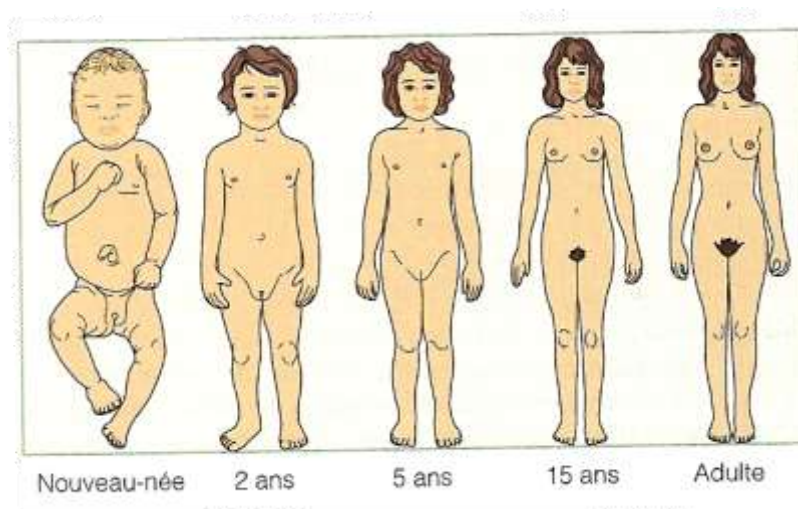


Figure 31 - Pendant la croissance de l'humain, les bras et les jambes croissent plus rapidement que la tête et le tronc (d'après Marieb 2005)

- nouveau-né : contrôle très mal sa tête mais peut la tourner en direction d'une voix familière ;
- 1 mois : peut lever légèrement la tête pendant quelques secondes et conserve la tête dans l'alignement du corps pendant 1 à 2 secondes si on le soulève de son matelas sans soutenir sa tête ;
- 2 mois : maintient sa tête dans l'alignement de son corps quand il est sur le ventre (maintien de la tête momentané) ;
- 3 mois : s'allonge sur le ventre en supportant le poids de ses épaules et de sa tête avec ses bras (maintien de la tête acquis); sa tête est un peu déjetée en arrière quand il est assis ou debout ;
- 4 mois : tourne la tête à droite et à gauche; apprend à rouler et à se balancer sur le ventre en soulevant ses jambes ;
- 5 mois : contrôle parfait de la tête en position assise; plus de stabilité et d'assurance sur le ventre;

1.10.1.3 La posture mandibulaire :

A la naissance, le crâne du bébé est énorme par rapport au visage (la face ne représente que le huitième du volume du crâne à cet instant) et plusieurs os ne sont pas encore soudés (comme les maxillaires et la mandibule). Les maxillaires et la mandibule sont réduits et les contours du visage sans relief. Cette morphologie est en lien avec la fonction dévolue à la cavité buccale : la fonction orale commence par la respiration, puis se prolonge par la succion, plus tard vient la mastication et enfin la parole. Il existe une hyperlaxité articulaire qui permet aux surfaces temporo-mandibulaires et aux ménisques de se modeler progressivement sous l'action des muscles de l'appareil manducateur.

A l'âge de 16 mois, lors de la mise en place des premières molaires temporaires, la dimension verticale d'occlusion se fixe temporairement. L'équilibre est précaire, car la croissance des muscles, la migration de leurs insertions, les variations de la fonction neuro-musculaire, les troubles fonctionnels (du type respiration buccale) ainsi que les troubles morphologiques ou embryologiques (brièveté du frein de la langue, par exemple) ont une grande influence sur sa valeur.

- la tétée : le nouveau-né tète en utilisant des mouvements occipitaux issus de signaux en provenance du tronc cérébral; jusqu'à l'âge de deux ans, l'enfant ne maîtrise que les mouvements antéro-postérieurs à l'origine de la maturation des articulations temporo-mandibulaires ;
- la mastication : la mastication antéro-postérieure et latérale débute entre deux et trois ans et marque le début d'une praxie corticale liée à la myélinisation de circuits nerveux ;
- la parole : elle marque le processus final de la maturité corticale et met en place un jeu subtil entre les lèvres, la langue, les joues et les A.T.M.

Les étapes dentaires sont liées au développement crânien et à la psychomotricité de l'enfant : **six ans** représente l'éruption et la mise en occlusion des quatre premières molaires, aussi appelées « *clés de l'occlusion* » puisqu'elles vont stabiliser la posture mandibulaire dans le sens sagittal, vertical et frontal. A cet âge, on considère aussi que l'A.T.M. a atteint sa structure et sa forme adulte ; la voûte crânienne termine sa croissance, tandis que le cervelet achève sa maturation [40].

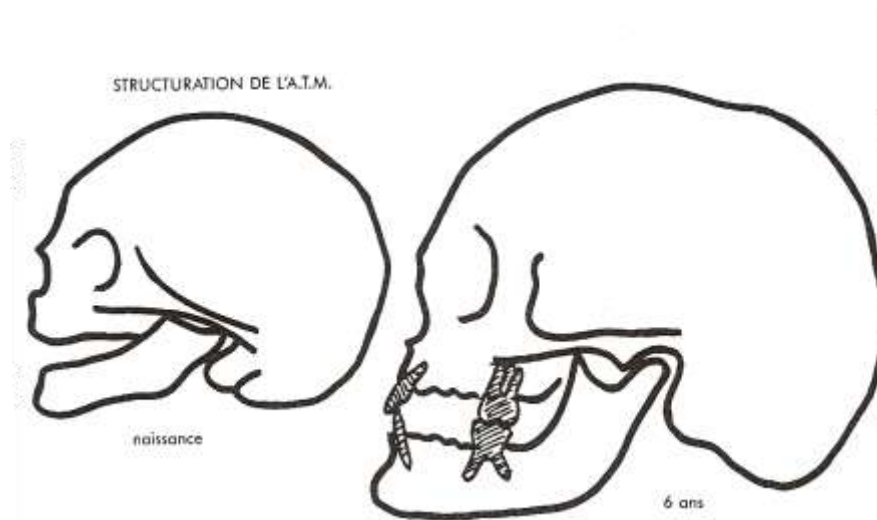


Figure 32 - Evolution du crâne humain, notamment des structures temporo-mandibulaires et dentaires entre 0 et 6 ans (d'après Clauzade et Darraillans 1992)

1.10.3 Modifications de la posture :

1.10.3.1 Posture mandibulaire :

Certaines personnes évitent en permanence le contact avec un obstacle à l'occlusion. Le plus souvent, il s'agit d'une prothèse fixée mal adaptée qui vient d'être scellée. Les dents restent alors séparées et une déglutition « dents non serrées » est instinctivement adoptée. Dans certains cas, la mandibule est en position excentrée de façon permanente avec des répercussions majoritairement au niveau des ptérygoïdiens externes et internes, des temporaux, mais aussi des autres muscles situés à distance. L'influence de la posture mandibulaire sur la posture céphalique se vérifie dans le cas présent.

1.10.3.2 Posture de la tête et du cou :

Elle peut être modifiée comme c'est le cas en présence d'une suroccclusion. Le déglutisseur dysfonctionnel, qui en plus dort avec un appui latéral sur la mandibule, peut se réveiller un beau matin avec un torticolis qui s'ajoute à la limitation d'ouverture de la bouche. La posture

céphalique peut être modifiée de façon spectaculaire. Il s'agit souvent d'un sujet jeune de 20 à 30 ans.

2 L'occlusion : principes de base :

2.1 L'occlusion d'intercuspédie maximale ou O.I.M. :

2.1.1 Définition [125] :

L'occlusion dentaire représente l'état, à un moment donné, du rapport interarcade comprenant au moins un point de contact occlusal.

L'occlusion d'intercuspédie maximale est la position où le rapport d'engrènement dentaire se caractérise par le plus grand nombre de contacts interarcades et où l'intensité des contractions isométriques est maximale. Ce rapport est indépendant de la situation des condyles dans les fosses mandibulaires. Il s'agit d'une position statique utilisée lors de la déglutition et lors de la phase terminale des cycles de mastication. C'est également le point de départ des mouvements d'analyse type rétrusion, propulsion et latéralités.

Nota bene : L'occlusion d'intercuspédie maximale (ou O.I.M. active) doit être différenciée de l'occlusion d'intercuspédie légère (ou O.I.M. passive) où les dents établissent un nombre de contact maximal sans participation musculaire intense (déglutition). La pression musculaire provoque une augmentation des contacts occlusaux par déformation élastique desmodontale.

L'O.I.M. représente la *clé de la fonction masticatrice*, elle permet :

- une stabilité de chaque organe dentaire (la stabilisation mésio-distale est due aux *contacts proximaux* ; en vestibulo-lingual, les *pressions musculaires* issues des tissus mous; en vestibulaire, les lèvres et les joues et en lingual, la langue) vont s'annuler et les *contacts en opposition* vont bloquer les risques de mouvements des organes dentaires ; dans le sens vertical, les *contacts occlusaux* empêchent toute possibilité d'extrusion ou migration dentaire) ;
- une large répartition de contacts simultanés avec diminution de la charge supportée par dent ;
- une position mandibulaire précise, unique, médiane et répétitive favorisant une fonction musculaire automatique et sans contrainte ;
- une position stable et symétrique au cours de la déglutition ;
- une protection des A.T.M. en phase de crispation musculaire ;
- une protection des dents antérieures par les dents plus postérieures.

2.1.2 Cuspides et points supports de l'occlusion :

2.1.2.1 Cuspides supports de l'occlusion [1]:

- **cuspides vestibulaires des prémolaires et molaires mandibulaires** (leur sommet est plus haut et plus arrondi que celui des cuspides linguales et il est situé sur un axe vertical passant par l'apex) venant se placer contre les crêtes marginales maxillaires ou dans le sillon central des tables occlusales des dents maxillaires (pour les deuxièmes cuspides vestibulaires des molaires mandibulaires) ;
- **bord occlusal des incisives et des canines mandibulaires** s'appuyant sur les faces palatines du bloc incisivo-canin maxillaire ;
- **cuspides palatines des prémolaires et molaires maxillaires** allant à la rencontre des fosses distales des prémolaires et des crêtes marginales des molaires mandibulaires et même du sillon central des tables occlusales des dents inférieures antagonistes (pour la première cuspide palatine des molaires).

2.1.2.2 Points supports de l'occlusion en classe I d'Angle :

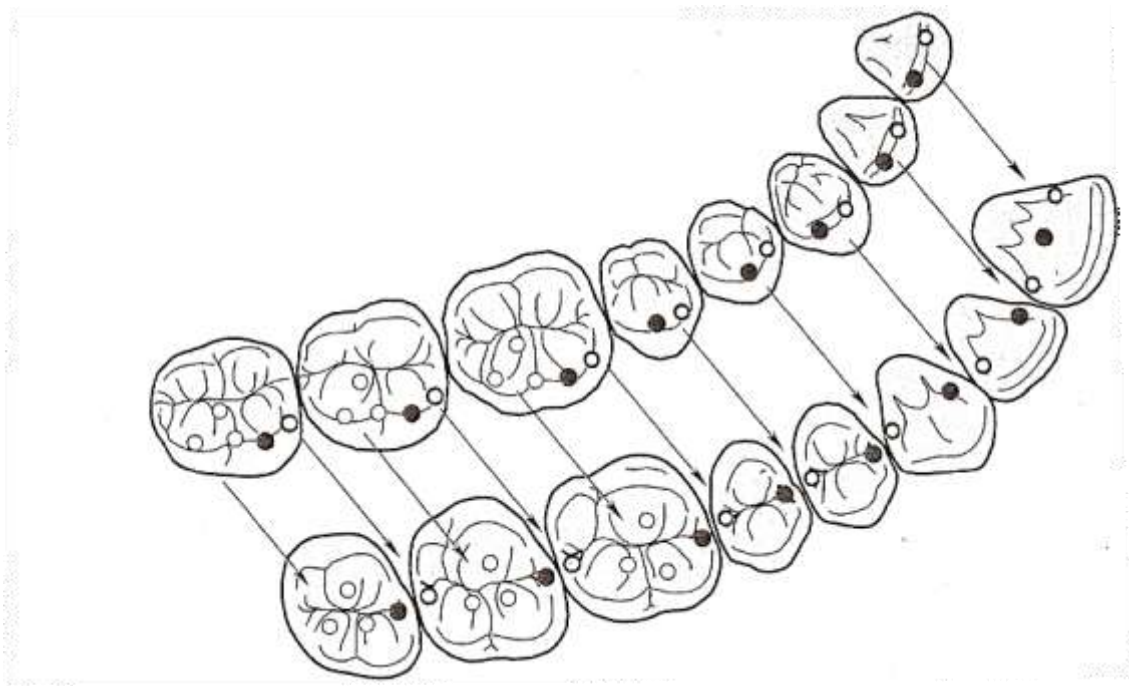


Figure 33 - Points de contact des cuspides porteuses mandibulaires dans les fosses maxillaires (d'après Orthlieb , Brocard , Schittly et Manière-Ezvan 2000)

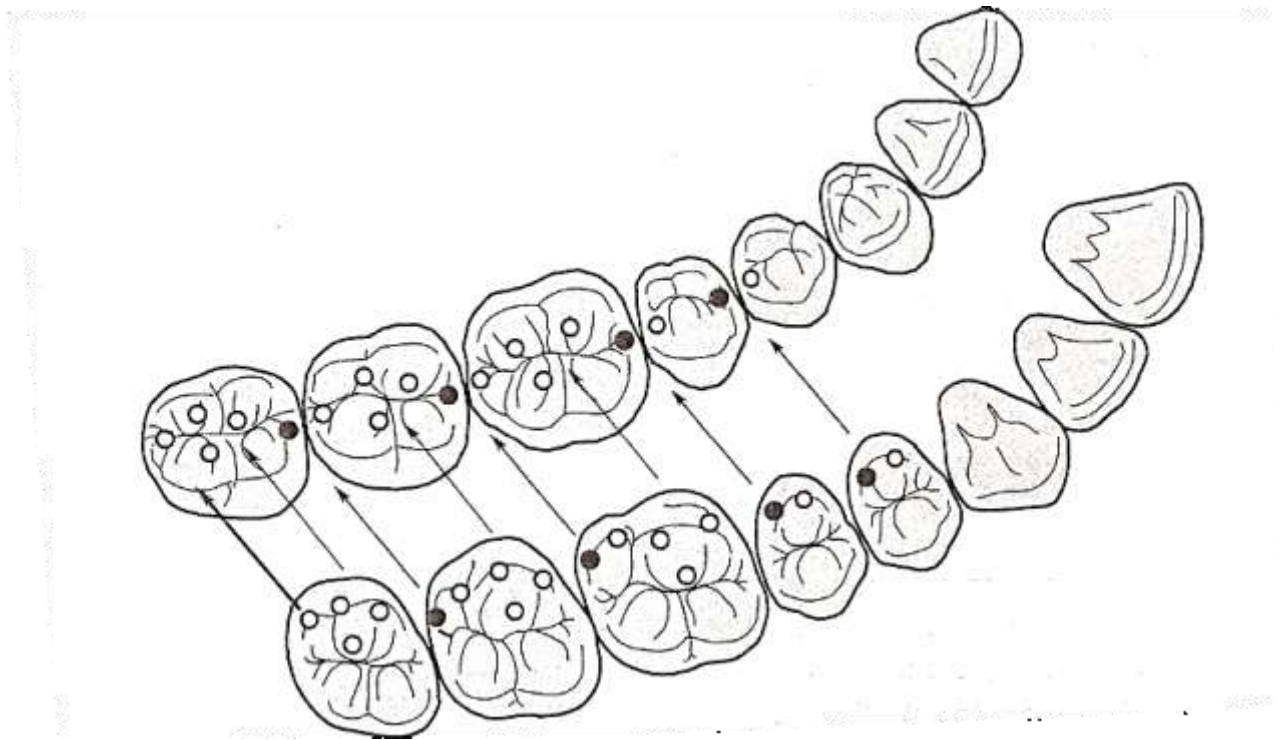


Figure 34 - Points de contact des cuspides porteuses maxillaires dans les fosses mandibulaires (d'après Orthlieb , Brocard , Schittly et Manière-Ezvan 2000)

Ces points supports correspondent à une occlusion dite idéale qui ne se rencontre que de façon exceptionnelle :

- elle ne peut concerner qu'une classe I parfaitement alignée ;
- les contacts tripodiques sont difficiles, voire impossibles à réaliser de manière systématique ;
- les points de contact sur les crêtes marginales sont souvent séparés des pans cuspidiens par un sillon occlusal marqué qui interrompt le trajet fonctionnel.

Ils doivent répondre à deux impératifs : celui de conduire la fonction, mais aussi d'assurer la stabilité de l'occlusion. Il faut donc que le point support soit placé en priorité là où la surface est le plus susceptible de servir de guidage et ceci au plus près du sillon central [1].

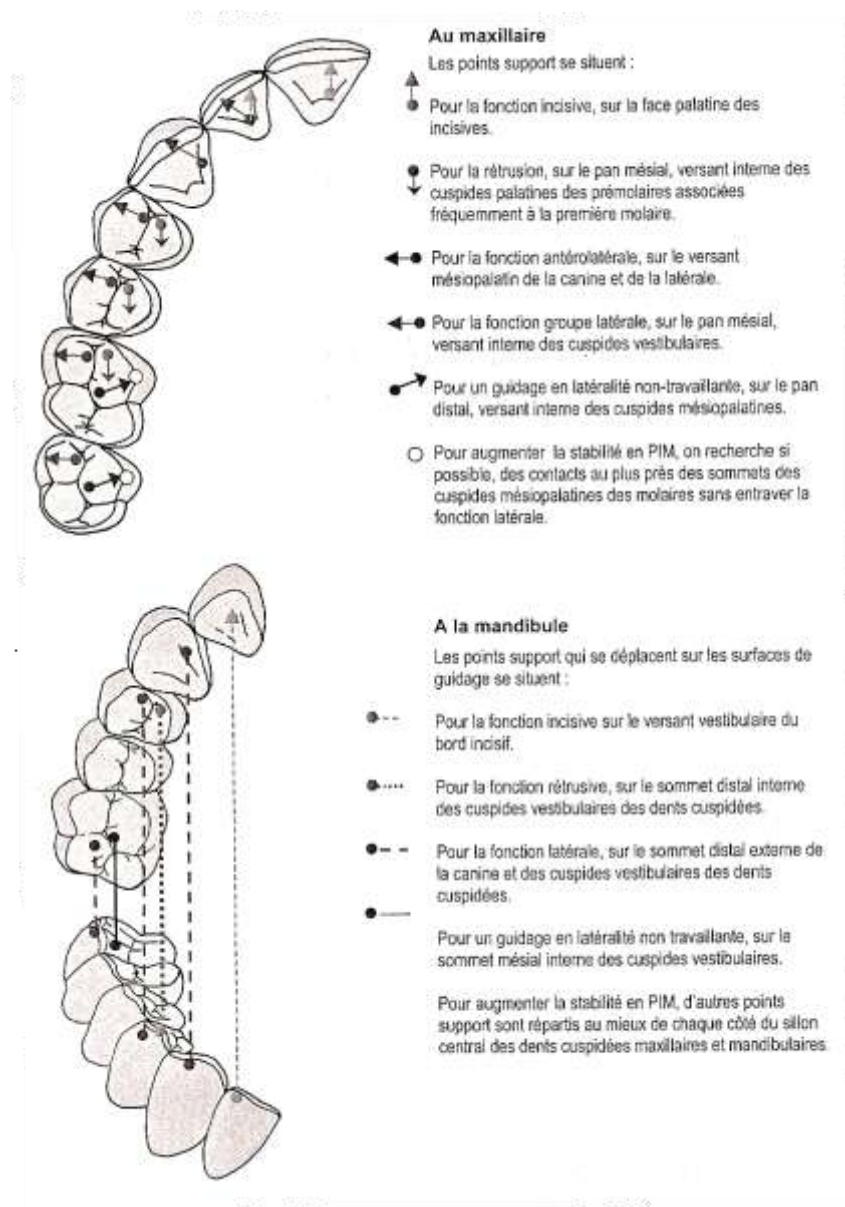


Figure 35 - Les points supports d'occlusion (d'après Abjean 2002)

La surface des points de contact est virtuelle car ils s'établissent entre des surfaces convexes : le contact est ponctiforme. Cette multiplicité de petits points de contacts permet la transmission axiale des forces, le calage et la stabilisation de la dent, la réduction des surfaces en contact, favorisant l'échappement et diminuant l'usure et l'obtention d'une efficacité maximale pour un travail minimum. Cependant, avec l'âge, l'usure naturelle des dents aplanit régulièrement les points de contact.

En ce qui concerne la position des points de contact au niveau des molaires, on peut décrire le plan frontal et le plan sagittal, afin de mieux comprendre la disposition de l'engrènement dentaire.

Plan frontal : *trois types de contacts* :

Point A : situé entre la face vestibulaire de la cuspide vestibulaire mandibulaire et la face linguale de la cuspide vestibulaire maxillaire (entre cuspides vestibulaires) ;

Point B : situé entre la face linguale de la cuspide vestibulaire mandibulaire et la face vestibulaire de la cuspide palatine maxillaire (entre cuspides d'appui). Ce type de contact est des plus difficiles à obtenir et à maintenir et son absence est signe de malocclusion ;

Point C : situé entre la face vestibulaire de la cuspide linguale mandibulaire et la face linguale de la cuspide linguale maxillaire (entre cuspides linguales).

Cliniquement, la stabilité frontale découle de la présence des points stabilisateurs A, B et C ou A et B, voire B et C. En aucun cas, les contacts A et C ou B comme unique point de stabilisation ne seront suffisants. Il pourrait y avoir déplacement dentaire ou mandibulaire [85].

Plan sagittal : deux types de contacts :

Les points d'arrêt : établis entre l'arête marginale mésiale des cuspides d'appui mandibulaire et les versants distaux des cuspides secondaires maxillaires ou les versants externes des crêtes marginales d'une part, l'arête marginale distale des cuspides palatines et les versants mésiaux des cuspides linguales mandibulaires ou les versants mésiaux des crêtes marginales mandibulaires, d'autre part ;

Les points d'équilibre : établis entre les versants distaux des arêtes marginales des cuspides d'appui et les versants mésiaux des cuspides secondaires.

Pour que la stabilisation occlusale soit optimale, il est impératif de trouver sur la dernière dent de l'arcade la réunion des points de contacts d'arrêt et d'équilibre, créant ainsi un verrou d'occlusion. Ces derniers existent naturellement sur les cuspides d'appui des molaires [85].

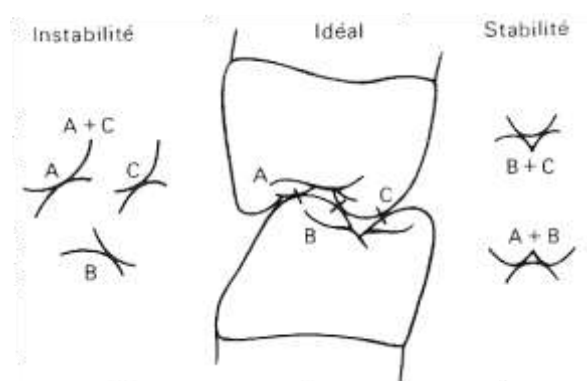


Figure 36 - Situation dans le plan frontal des points occlusaux (d'après Hùe 1992)

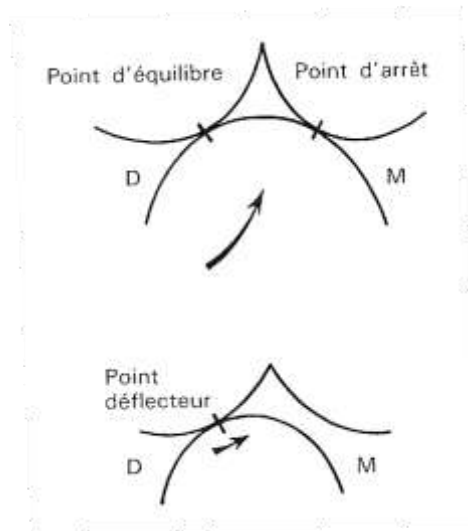


Figure 37 - Situation dans le plan sagittal des points occlusaux (d'après Hùe 1992)

Les points de contacts préalablement décrits s'organisent en relation cuspide-embrasure ou cuspide-fosse :

Relation cuspide-embrasure bipodique (au niveau des prémolaires) : la pointe cuspidienne entre en relation avec les versants externes des crêtes marginales des dents antagonistes. La stabilité se fait par le biais de quatre contacts : deux contacts sur les arêtes marginales mésiale et distale de la cuspide d'appui et sur les versants externes des crêtes marginales ;

Relation cuspide-fosse tripodique (au niveau des molaires) : elle permet le verrouillage de l'occlusion, en s'opposant à tout déplacement mésio-distal et vestibulo-lingual des dents.

Au niveau du bloc incisivo-canin, ce sont les bords libres des dents mandibulaires qui entrent en contact avec les crêtes marginales des faces linguales maxillaires [82].

2.1.3 Classification dento-dentaire [125]:

Selon la classification établie par Angle, on peut distinguer trois types d'engrènements :

Classe I : la première molaire mandibulaire est mésialée d'une demi-cuspide par rapport à la première molaire maxillaire (la cuspide mésio-vestibulaire de la première molaire maxillaire est en rapport avec le sillon mésio-vestibulaire de la première molaire mandibulaire). La pointe cuspidienne de la canine mandibulaire est en rapport avec l'embrasure formée par la face distale de l'incisive latérale et de la face mésiale de la canine maxillaire ;

Classe II : il y a mésiocclusion de la première molaire maxillaire par rapport à la première molaire mandibulaire et de la canine maxillaire face à la canine mandibulaire. On y individualise une division I où les incisives maxillaires sont en vestibulo-version ; la supraclusion y est fréquente; une classe II où les incisives centrales maxillaires sont en linguo-version ; la supraclusion y est habituelle. La classe II est caractérisée par une rétromandibulie ;

Classe III : il y a distocclusion de la première molaire maxillaire par rapport à la première molaire mandibulaire et de la canine maxillaire face à la canine mandibulaire. La classe III est caractérisée par une promandibulie.

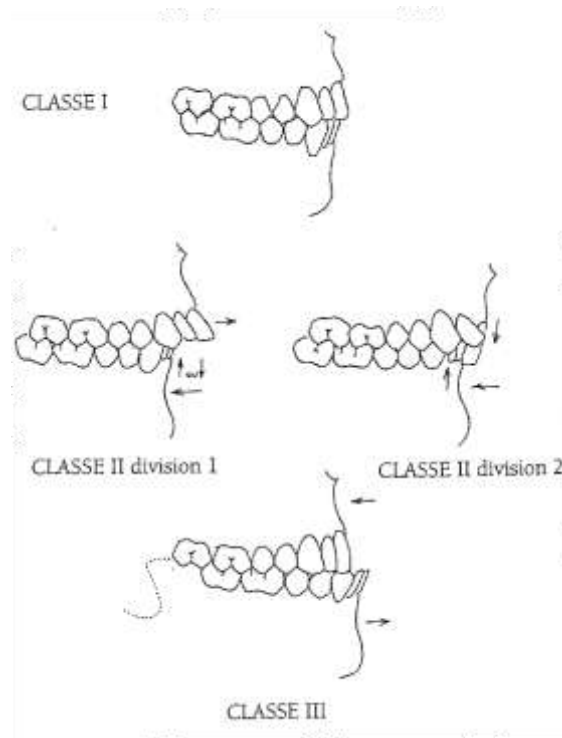


Figure 38 - Les classes d'Angle (d'après Willem 2004)

2.1.4 Rapports dento-dentaires :

2.1.4.1 Courbes de compensation [1]:

Les arcades dentaires sont curvilignes dans les trois plans de l'espace (sans quoi il est impossible d'obtenir la stabilité dentaire et mandibulaire ainsi que l'efficacité masticatoire) :

Plan horizontal : l'organisation en arcade parabolique continue (sans diastème) assure une bonne stabilité des dents et une meilleure répartition des contacts ;

Plan sagittal : la *courbe de Spee* se rapporte à la courbe à concavité supérieure d'orientation antéro-postérieure des surfaces occlusales. Elle commence au sommet de la canine mandibulaire, suit les sommets des cuspidés vestibulaires des prémolaires et des molaires et se prolonge sur les versants antérieurs des condyles mandibulaires. Si la courbe est trop marquée ou si elle est brisée par des migrations dentaires (suite à une perte dentaire non compensée), les mouvements fonctionnels (de protrusion et de latéralité) seront perturbés ;

Plan frontal : la *courbe de Wilson* représente la courbe à concavité supérieure dessinée dans le plan frontal par les surfaces occlusales molaires. Une inclinaison trop marquée en vestibulaire des dents maxillaires sera à l'origine d'interférences non travaillantes en latéralité.

2.1.4.2 Fonction canine ou fonction groupe [99]:

Fonction canine : la canine maxillaire possède un rôle privilégié dans les mouvements de latéralités assurant le guidage sans participation des dents cuspidées. On parle aussi de protection canine.

Fonction groupe : durant les mouvements latéraux, les pressions sont distribuées sur l'ensemble des dents du côté vers lequel la mandibule se déplace (côté travaillant), alors que les dents du côté opposé sont exemptes de tout contact (côté non travaillant). On parle d'occlusion unilatérale équilibrée.

2.1.4.3 Recouvrement et surplomb [2] :

Ils concernent les relations des blocs incisivo-canin maxillaire et mandibulaire dans le plan frontal et sagittal respectivement :

Recouvrement : dans la plupart des cas, l'arcade maxillaire recouvre, par ses cuspides vestibulaires, l'intégralité de l'arcade mandibulaire (occlusion idéale). Attention, il existe des troubles transversaux avec endoclusie, exoclusie et articulé inversé. La hauteur de recouvrement des incisives centrales mandibulaires par les centrales maxillaires nous donne la valeur du recouvrement (2 ou 3 mm habituellement). Les troubles verticaux qui s'y rapportent sont la béance (insuffisance de recouvrement) et la supraclusie (excès de recouvrement).

En son absence, la protrusion est généralement perturbée et le mouvement se retrouve guidé par les cuspides postérieures, s'inscrivant difficilement dans le plan sagittal médian. Il semble souhaitable d'établir un recouvrement important, à condition qu'il ne crée pas de lésion parodontale et que la désocclusion ne diminue pas la fonction postérieure.

Surplomb : l'inclinaison des incisives supérieures se traduit dans le plan horizontal, par un espace entre le bord libre des incisives supérieures et la face vestibulaire des incisives inférieures. Cet espace, en P.I.M est appelé « surplomb incisif » (2 ou 3 mm habituellement). En classe II-2, la face palatine des incisives supérieures étant sensiblement verticale, l'orientation et la longueur du guide incisif dépendent uniquement du recouvrement.

Le guide incisif est constitué par les faces palatines des deux centrales maxillaires depuis les points supports de l'occlusion jusqu'au bord libre et doit permettre une désocclusion immédiate et totale de toutes les dents postérieures. La désocclusion est liée au recouvrement et au surplomb :

- un *grand* recouvrement et un *petit* surplomb provoquent une désocclusion immédiate et importante ;

- un *grand* recouvrement et un *grand* surplomb provoquent également une désocclusion importante, mais beaucoup plus lente.

Il semble préférable de maintenir un recouvrement important, à condition qu'il ne crée pas de lésion parodontale et que la désocclusion ne diminue pas la fonction postérieure. Il prévient l'apparition d'interférences non travaillantes secondaires à des réalisations prothétiques ou à des égressions dentaires. Lorsque le recouvrement est faible (moins de deux mm), le moindre défaut occlusal postérieur peut créer une interférence. Il faut alors que les cuspides postérieures soient peu prononcées et que la courbe de Spee soit plate. En l'absence de recouvrement, la protrusion est généralement perturbée.

2.1.4.4 Rapports occlusaux transversaux :

Ils concernent le placement des dents maxillaires par rapport aux dents mandibulaires dans le sens frontal. La normalité est dite normocclusion et veut que les cuspides vestibulaires maxillaires recouvrent les mandibulaires, la fosse centrale maxillaire faisant face à la cuspide vestibulaire mandibulaire. Il existe bien sûr des schémas dentaires s'écartant de la règle. Ils sont en rapport avec les anomalies de développement squelettiques (endoalvéolie maxillaire ou mandibulaire). On parle d'endocclusion (la fosse centrale maxillaire est en rapport direct avec la cuspide linguale mandibulaire) et d'exocclusion (les dents maxillaires sont vestibulées à l'excès de sorte que les rapports dento-dentaires sont nuls ou quasi-nuls).

2.1.5 Position à référence dentaire :

- l'O.I.M. idéale : c'est un modèle purement théorique inexistant ;
- l'O.I.M. fonctionnelle : occlusion adaptée à l'environnement et au vieillissement physiologique qui ne présente pas de caractère pathogène. Elle assure les fonctions de calage et centrage, n'a pas subi de modification thérapeutique importante et possède au moins trois couples de dents cuspidées non retouchés. L'O.I.M. se fait entre 0,2 et 0,3 mm en avant de l'O.R.C. sans déviation transversale ;
- l'O.I.M. thérapeutique : modèle de construction artificielle aboutissant à des traitements prothétiques ou orthodontiques et qui pourra être considérée comme position de référence pour un traitement ultérieur ;
- l'O.I.M. pathogène : position d'occlusion adaptative à potentiel pathogène.

Seule **l'O.I.M. fonctionnelle** constitue une position mandibulaire de référence...

Attention, cette position d'occlusion est en constant remaniement durant les périodes de dentition (lactéale et définitive) et chez l'adulte, du fait de l'abrasion dentaire verticale (compensée par égression dentaire) et horizontale (compensée par mésialisation des dents).

2.1.6 Pourquoi faire l'examen en P.I.M.? [1]

- évaluer les surplombs et recouvrements pour déterminer la ou les dents conduisant les différents mouvements mandibulaires ;
- analyser les courbes de compensation pour dépister les éventuelles versions et égressions pathologiques à traiter ;
- établir une comparaison entre la profondeur cuspidienne et la valeur du surplomb immédiat de la dent apte à conduire la fonction ;
- observer la situation et la direction des facettes d'usure pour déterminer la ou les causes d'abrasion ;
- déterminer s'il existe des contacts exagérés ou mal répartis entre les deux arcades et localiser les points supports d'occlusion à respecter durant l'ajustement occlusal.

2.2 L'occlusion de relation centrée ou O.R.C. :

2.2.1 Définition [2]:

Le collège national d'occlusodontologie a défini la relation centrée comme étant « la situation condylienne de référence la plus haute, réalisant une coaptation bilatérale condylo-disco-temporale, simultanée et transversalement stabilisée, suggérée et obtenue par contrôle non forcé, réitérative dans un temps donné et pour une posture corporelle donnée et enregistrable à partir d'un mouvement de rotation mandibulaire sans contact dentaire ». La relation mandibulaire centrée est la seule position reproductible ; c'est pourquoi, elle est utilisée lors du montage des modèles en articulateur.

Dans cette position, le condyle mandibulaire se trouve au centre de la cavité glénoïde : la partie postérieure du condyle est tangente à une ligne passant par le bord antérieur de l'arc de l'atlas ; le muscle ptérygoïdien latéral est relâché et le ménisque ne subit aucune tension.

La mandibule peut ainsi exécuter un mouvement de rotation pure autour d'un axe virtuel passant par chacun des condyles.

2.2.2 Méthodes d'enregistrement :

2.2.2.1 Préalable indispensable à la prise de l'O.R.C. :

- environnement paisible, sans bruit, ni agitation afin de permettre au patient de se relâcher progressivement ;
- patient mis en confiance (l'informer du déroulement de la séance et le familiariser avec la technique de manipulation, si possible au cours des séances précédentes) ;
- patient confortablement installé avec la tête, soutenue et calée, dans le prolongement du corps ;
- praticien décontracté, mais ferme dans ses manipulations ;

- entraîner le patient sans interposition de matériau entre les arcades ;
- demander au patient de montrer l'endroit du ou des contacts prématurés et les mettre en évidence au papier encre ;
- répéter la manipulation plusieurs fois avant enregistrement.

2.2.2.1 Manipulation unimanuelle :

Cette manipulation consiste à saisir le menton avec le pouce et l'index d'une main et à effectuer des petits mouvements de rotation mandibulaire de bas en haut. Le pouce n'exerce aucune pression afin de ne jamais pousser vers l'arrière, ce qui déclencherait un réflexe de propulsion du patient. Le mouvement doit être assez rapide, détendu, doux et ferme à la fois pour obtenir un relâchement des structures musculaires et articulaires périphériques.

Une variante consiste à placer le pouce sur le menton, l'index et le majeur sous les branches horizontales de la mandibule et à appliquer une pression au niveau des angles gonioniques pour créer une composante vers le haut.

Son principal intérêt est de libérer une main pour la tenue du matériel d'enregistrement.

2.2.2.2 Manipulation bimanuelle ou technique de Dawson :

Le patient est allongé en décubitus dorsal, la tête en légère hyperextension, alors que le praticien, derrière le patient, place ses pouces sous le menton de son patient et ses autres doigts sous le rebord basilaire de la mandibule. Les mains de l'opérateur vont guider ces mêmes petits mouvements de rotation, sans jamais forcer, afin de positionner le complexe condylo-discal dans la position la plus haute, contre le versant postérieur du tubercule temporal.

Cette méthode serait plus fiable pour positionner correctement les condyles, mais reste une technique difficile à réaliser et nécessite l'aide d'une assistante pour le maintien du matériau d'enregistrement.

2.2.2.3 Manipulation assistée :

Elle s'utilise en cas de difficultés d'enregistrement et consiste en la pose d'un décontractant musculaire (rouleau de coton, butée antérieure..) durant quelques minutes au niveau incisif. La désocclusion postérieure immédiate va provoquer la perte de mémoire du système neuromusculaire. Les condyles vont d'eux même être guidés vers la relation centrée pour redonner une position précise à la mandibule.

C'est un moyen qui peut s'avérer utile aux praticiens peu expérimentés qui cherchent à obtenir une relation centrée reproductible. Cependant, son emploi est totalement prohibé en cas de déplacement discal, qu'il soit avéré ou non.

2.2.3 Intérêts de la relation centrée :

- la relation centrée est une position limite (elle est reproductible et donc utilisable comme position de référence) physiologique (elle est compatible avec la fonction) de la mandibule ;
- stade diagnostic : elle est utile pour analyser les rapports dentaires : lors de l'examen clinique, l'analyse de l'O.R.C. et du glissement aboutissant à l'O.I.M. permet de repérer les contacts prématurés et d'évaluer la différence entre les deux occlusions ;
- stade thérapeutique : dans les enregistrements, la relation centrée est la position de référence pour l'utilisation de l'articulateur (instrument de prédilection pour l'analyse des rapports dentaires et pour les reconstructions); elle est le point de départ des équilibrations pour les corrections occlusales effectuées en bouche, mais aussi pour la dentisterie restauratrice et la reconstruction prothétique ;
- elle ne perturbe pas la biomécanique fonctionnelle puisque les patients reconstruits en O.R.C. recréent une nouvelle aire O.R.C.-O.I.M. en 1 à 2 ans.

2.2.4 Inconvénients de la relation centrée :

- on rencontre très fréquemment des difficultés à placer le condyle en position de relation centrée. Cet aléa thérapeutique est dû à de fortes contractures des muscles ptérygoïdiens latéraux maintenant le condyle en position antérieure. La relaxation nécessaire à l'obtention de l'O.R.C. est très difficile à obtenir, car le système neuro-musculaire est habitué à une position plus antérieure dite occlusion de convenance ;
- cette manipulation perturberait la proprioception des patients : les muscles manducateurs sont très riches en fuseaux neuro-musculaires, donc pour ne pas entraîner de réponse de leur part, la force employée pour manipuler la mandibule ne doit pas dépasser dix grammes ;
- la relation centrée peut être influencée par les conditions d'enregistrement (position du patient, jour du rendez-vous, moment de la journée, opérateur, relation patient-praticien) et par les conditions physiopathologiques (état nerveux et psychologique du patient, pathologie musculaire ou articulaire). Même chez les patients sains, la relation centrée n'est pas une position unique, mais un ensemble de positions plus ou moins proches. On devrait plutôt parler d'aire de relations centrées.

2.2.5 Position à référence articulaire :

Cette relation articulaire peut être naturelle ou stabilisée :

- R.C. naturelle : les relations anatomiques et la physiologie des A.T.M. et des muscles masticateurs sont fonctionnelles et ne résultent ni d'une correction thérapeutique, ni de la guérison spontanée d'un processus pathologique (il est toléré une légère modification par adaptation physiologique du à l'âge et au jeu fonctionnel et parafonctionnel) ;
- R.C. stabilisée : un processus pathologique s'est développé au niveau articulaire mais des phénomènes métaplasiques ont permis de récupérer des structures articulaires stabilisées (résultante d'un traitement ou d'une consolidation spontanée) avec réalisation d'un mouvement axial terminal reproductible.

Le complexe condylo-discal va se positionner dans la fosse mandibulaire contre le versant postérieur du tubercule temporal. Il ne gagne pas la position la plus postérieure comme cela a été dit, mais uniquement la plus haute.

2.3 L'espace libre d'inocclusion physiologique :

2.3.1 Définition :

La position de repos du système occlusal est la position spatiale de la mandibule dans laquelle tous les muscles qui y sont attachés sont dans un état de détente relative (la pesanteur ne permet pas d'accéder à un état de détente absolu). Elle est définie par une activité électromyographique minimale et symétrique des muscles masticateurs conditionnant la position des condyles dans les cavités glénoïdes. Seuls les muscles temporaux antérieurs conservent une activité qui s'oppose à l'effet de la gravité sur la mandibule. On peut parler de repos physiologique. Cette position de repos mandibulaire est la plus fréquente lorsque le sujet est dans un état de passivité relative, impliquant un rythme respiratoire lent et une tranquillité émotionnelle.

Dans la position de repos du système manducateur, les arcades dentaires sont en inocclusion physiologique. L'espace libre d'inocclusion physiologique est évalué au niveau des premières prémolaires. Normalement, en présence de relation dentaire de classe I d'Angle, 3 mm séparent ces dents. Cette distance est réduite à 1 ou 2 mm en cas de classe III, mais peut atteindre 7 à 12 mm en classe II. A ces variations s'ajoutent celles qui existent entre individus et pour un même individu au cours de la journée en fonction de la posture de la tête et du tronc, de la parole, du sommeil, de l'âge, du stress et d'éventuelles algies.

A cet instant, c'est la langue qui prend appui sur la papille palatine et permet la stabilisation de l'ensemble du système musculo-articulaire.

Trois systèmes maintiennent cette situation d'équilibre instable :

- le réflexe myotatique trigéminal simple ;
- le réflexe myotatique trigéminal inverse ;
- le réflexe d'inhibition des muscles élévateurs de la mandibule à point de départ périodontal.

Ceci est sous la dépendance de la formation réticulaire intervenant dans la régulation du tonus, elle même sous l'influence du système limbique. Ce système subit, en outre, des modifications d'ordre comportemental [5].

2.3.4 Le chemin de fermeture physiologique :

Il relie la position physiologique de repos à la position intercuspidienne. La mandibule décrit le chemin de fermeture physiologique par contraction isotonique et symétrique de tous les muscles élévateurs avec prédominance d'action des fibres antérieures du temporal.

Durant ce mouvement, le point interincisif décrit une légère courbe dirigée de bas en haut et d'arrière en avant (dans le plan sagittal médian) et un trajet vertical (dans le plan frontal). Les condyles effectuent essentiellement un mouvement de rotation.

Chez un sujet à l'occlusion équilibrée, sans contracture musculaire, l'intercuspidation maximale est obtenue au moment du contact initial. Lors de la fermeture, la contraction de tous les muscles élévateurs est optimale : la position intercuspidienne est alors établie sur le chemin de fermeture physiologique.

A contrario, un contact prématuré, sur le chemin de fermeture provoque une déviation mandibulaire avant d'obtenir l'intercuspidation maximale ; pour éviter l'obstacle, les muscles en position de repos, conservent une légère contracture déterminant la position clinique de repos mandibulaire et un trajet de fermeture d'adaptation. Afin d'obtenir le relâchement musculaire nécessaire à l'examen du chemin de fermeture, il faut mémoriser le ou les contacts prématurés qui modifient la fermeture au moyen d'une butée occlusale incisive.

2.4 La malocclusion :

2.4.1 L'examen occlusal :

L'examen occlusal est une démarche indispensable pour localiser les défauts occlusaux qui perturbent la fonction ; on va noter :

Examen anatomique :

- la relation entre les incisives (point interincisif, surplomb et recouvrement) ;
- la relation entre les canines et les dents latérales (surplomb et recouvrement, classe d'Angle, dents en inoclusion et occlusion inversée) ;

- le relief des courbes de Spee (noter les dents absentes, égressées et en mésio-version) et de Wilson (noter les dents en vestibulo-version ou en linguo-version) ;
- la profondeur cuspidienne (faible, moyenne ou importante) ;
- la situation et la direction des facettes d'usure.

Examen fonctionnel :

- le bruit occlusal (examen au stéréo-stéthoscope);
- les mobilités visuelles et/ou tactiles ;
- les contacts exagérés en P.I.M. ;
- les interférences en rétrusion, protrusion et latéralités ;
- le chemin de fermeture (test d'élévation mandibulaire, décalage position de repos physiologique et P.I.M., contacts prématurés) ;
- les parafonctions (langue, lèvres...) ;
- le type de fonction (canine, groupe, antérolatérale...).

2.4.2 Définition :

La malocclusion est caractérisée par une ou des anomalies (naturelles ou iatrogènes) de l'occlusion, dans tous les cas pathogènes, car dépassant le potentiel adaptatif du sujet. Ces anomalies correspondent à un affrontement conflictuel des arcades dentaires favorisant des altérations structurelles des éléments constitutifs de l'appareil manducateur et des troubles fonctionnels avec comportement adaptatif de l'appareil manducateur. Bien qu'aucune étude ne montre une relation directe entre malocclusion et DAM, il est admis que, à terme et dans les cas de – inversé d'articulé, supraclusion, perte de calage postérieur et décalage important OIM/ORC - la malocclusion peut déclencher, prédisposer et/ou entretenir un DAM.

2.4.3 Anomalies de centrage : position mandibulaire en O.I.M. :

Le décalage O.R.C/O.I.M., pour des A.T.M. saines, correspond à l'antéposition de l'O.I.M. d'environ 0,3 à 0,5 mm sans déplacement dans le plan frontal.

2.4.3.1 Anomalies de centrage transversal (à l'origine de contraintes articulaires) :

Lorsque le différentiel entre l'O.R.C. et l'O.I.M. présente une composante latérale, l'O.I.M. impose une déviation mandibulaire. Le décentrage condylien qu'elle provoque est susceptible d'induire des troubles musculo-articulaires. Mais attention, cette analyse n'a de sens qu'après s'être assuré de l'absence de pathologie articulaire pouvant remettre en cause la relation centrée comme position de référence.

2.4.3.2 Anomalies de centrage sagittal (à l'origine de contraintes articulaires) :

- antéposition excessive : si le différentiel O.R.C./O.I.M. est supérieur à 1 mm, on considère que l'O.I.M. est en antéposition excessive par rapport à l'O.R.C. ;
- rétoposition : après restauration prothétique étendue, souvent, il n'existe pratiquement plus de différentiel (mais Celenza a montré que l'écart revenait en quelques années). En présence de signes cliniques de l'A.T.M., on considère que l'O.I.M. est une rétoposition mandibulaire à potentiel pathogène.

2.4.3.3 Anomalies de centrage vertical (sans conséquences sur le plan articulaire) :

Il existe d'importantes capacités d'adaptation de l'articulation aux variations de D.V.O. En effet, 1mm de variation au plan interincisif ne correspond qu'à 1° de rotation condylienne. Une variation de la D.V.O. de quelques millimètres ne peut donc pas induire directement de contraintes articulaires, la rotation étant un mouvement physiologique de l'A.T.M. Mais attention, une importante variation peut modifier l'homéostasie de l'appareil manducateur et provoquer des troubles musculaires ou tendineux.

2.4.4 Anomalies de calage : stabilisation mandibulaire en O.I.M.

2.4.4.1 Instabilité de l'occlusion :

Une *surocclusion* (reconstitution prothétique ou restauratrice, égression...), une *sousocclusion* (reconstitution prothétique ou restauratrice, usure, fracture, carie, ingression...), un *diastème* (physiologique ou non) ou une *absence de dent sur arcade* (dent extraite et non remplacée, agénésie...) entraîne inévitablement des migrations dentaires adaptatives favorisant l'instabilité ou la déviation mandibulaire.

2.4.4.2 O.I.M. imprécise :

Si le relief des cuspides guides ou si le recouvrement antérieur est insuffisant, il n'existe pas une position mais un espace d'occlusion mal défini. Ceci est souvent le résultat des équilibrations occlusales réalisées par simples meulages. La position mandibulaire étant imprécise, les muscles travaillent plus pour stabiliser la mandibule.

2.4.4.3 Anomalie de calage occlusal postérieur :

L'insuffisance de contacts sur les dents postérieures provoque une rotation mandibulaire autour des appuis occlusaux résiduels. Cette anomalie est à l'origine d'une compression

articulaire par élévation condylienne en cas de fréquentes crispations musculaires et en l'absence de surfaces de guidage antirétraction. C'est un facteur déclenchant ou favorisant le S.A.D.A.M.

2.4.4.4 Anomalie de calage occlusal antérieur :

Le surplomb mandibulaire excessif et la béance antérieure entraînent une instabilité mandibulaire compensée par une adaptation des schémas de fonctionnement de la langue et par des migrations dentaires.

2.4.5 Anomalies de guidage : trajectoires d'accès à la position mandibulaire en O.I.M.

2.4.5.1 Interférences occlusales :

Une interférence occlusale est définie comme un obstacle dentaire limitant ou déviant le déplacement mandibulaire et susceptible d'induire :

- des contraintes mécaniques provoquant une abrasion dentaire, une surcharge parodontale ou des migrations dentaires ;
- des mouvements dentaires d'évitement à l'origine de contraintes neuro-musculaires ou articulaires ;
- des réactions d'hyperactivité musculaire.

Interférences postérieures (guide antérieur afunctionnel par surplomb excessif ou par béance) : un contact occlusal postérieur est appelé interférence quand il n'y a pas de contact antérieur simultané. Cette interférence est d'autant plus pathogène que le contact est isolé, proche de l'O.I.M., en postérieur et du côté non travaillant.

Nota bene : une béance antérieure se caractérise par des interférences postérieures, une rétroposition et une rétrofonction mandibulaire. L'absence de translation condylienne peut avoir des conséquences sur la croissance du processus condylien et sur les échanges métaboliques intra-articulaires.

Interférences antérieures (guide antérieur dysfonctionnel par recouvrement excessif avec faible surplomb) : en propulsion, les bords libres des incisives mandibulaires doivent se déplacer selon des trajectoires linéaires sur les surfaces de guidage maxillaires. Une pente incisive trop forte induit une fermeture de l'espace fonctionnel, des usures dentaires et des réactions d'évitement perturbant le système neuro-musculaire et entraînant des distensions articulaires.

2.4.5.2 Pré maturités occlusales :

Une pré maturité occlusale est définie comme un contact dentaire déviant le chemin de fermeture.

A partir des contacts occlusaux en O.R.C., les trajets occlusaux en O.I.M. constituent une rampe de guidage vers l'avant, le guide de protraction. Ces surfaces de guidage doivent être symétriques, simultanées et avoir une pente nette et verrouillante. L'**anomalie du guidage antirétraction** (G.A.R.) favorise une rétroposition mandibulaire pathogène, surtout en cas de laxité ligamentaire et/ou dérangement interne de l'A.T.M. Elle entraîne aussi une activité musculaire continue évitant la déviation mandibulaire.

G.A.R. insuffisant : les premières prémolaires maxillaires participent peu au guidage qui est horizontalisé par une pente insuffisante ; le guidage est réparti sur plusieurs dents postérieures (guidage de groupe) ;

G.A.R. afonctionnel : les contacts occlusaux s'établissent symétriquement en relation centrée, mais ne concernent pas initialement les premières prémolaires maxillaires (présence de pré maturités occlusales) ;

G.A.R. asymétrique : le contact occlusal est unilatéral en relation centrée, situé sur une seule des premières prémolaires maxillaires ou sur une autre dent postérieure (présence de pré maturités occlusales).

2.4.6 Liens reconnus entre troubles de l'occlusion et D.A.M.:

Selon Gola, Chossegros et Orthlieb (1995), la fréquence des troubles occlusaux chez les patients souffrant de D.A.M. serait la même que celle des patients sains ; elle est par ailleurs comparable dans les deux sexes. La composante occlusale des D.A.M. n'est pas démontrée, mais la thérapeutique occlusale demeure essentielle dans le traitement de ces patients pour des raisons de biomécanique. Ces anomalies occlusales perturbent l'équilibre et le fonctionnement de l'appareil manducateur de trois façons :

- en provoquant une déviation mandibulaire en O.I.M. par pré maturité occlusale ;
- en créant une instabilité mandibulaire en O.I.M. par édentation, obturation coronaire ou restauration prothétique défectueuse ;
- en créant une limitation de l'enveloppe fonctionnelle par réflexe d'évitement d'une dent douloureuse ou d'une interférence occlusale.

Ces anomalies occlusales sont particulièrement nocives lorsque le déséquilibre est aggravé par une asymétrie positionnelle ou fonctionnelle de la mandibule. Cette asymétrie joue un rôle fondamental dans l'apparition d'une algo-dysfonction (très faible potentiel d'adaptation articulaire dans le sens transversal).

Bodéré et Fleiter (2007) ont étudiés le lien entre occlusion et DAM et aboutissent à des conclusions contraires. A ce jour, les études contrôlées n'ont pas ou peu montrés d'association

entre l'occlusion dentaire et les signes et symptômes de DAM. Seligman et Pullinger montrent (The role of functional occlusal relationship in temporomandibular disorders de 1991). De plus, il n'a pas été démontré qu'une interférence occlusale, un surplomb et/ou un recouvrement exagéré joue un rôle dans le déclenchement d'ADAM musculaires. Par contre, un contact prématuré unilatéral ou un édentement molaire pourraient majorer le risque d'apparition d'altérations articulaires (pas celui de douleurs musculaires). Magnusson, Egermarki et Carlsson ont montré en 2005 (A prospective investigation over two decades on signs and symptoms of temporomandibular disorders and associated variables. A final summary.) que s'il existe une corrélation entre bruxisme et ADAM, les troubles occlusaux ne sont que très faiblement associés aux ADAM. Seuls les contacts prématurés unilatéraux et l'occlusion unilatérale inversée pourraient être considérés comme facteurs de risque. Michelotti, Farella, Steenks, Gallo et Palla ont en 2006 (No effect of experimental occlusal interferences on pressure pain thresholds of the masseter and temporalis muscles in healthy women) évalués l'effet d'interférences expérimentales sur l'activité EMG des muscles masticateurs et sur l'allodynie mécanique des muscles masticateurs huit jours après le collage d'un obstacle occlusal. L'interférence diminue l'activité musculaire des muscles masséters mais n'agit pas sur l'allodynie mécanique. Les sujets dits sains auraient la capacité de s'adapter aux altérations occlusales.

3 Le système stomatognathique idéalisé : normes admises :

3.1 Principes de normalités occlusales de Gola, Chossegros et Orthlieb [74]:

Quatre principes président au concept de normalité occlusale :

- dimension verticale d'occlusion en harmonie avec l'architecture squelettique et espace libre suffisant ;
- faible décalage entre occlusion en relation centrée et occlusion en intercuspidation maximale ; le glissement entre O.R.C. et O.I.M. doit s'effectuer dans un plan strictement sagittal ;
- O.I.M. avec contacts multiples, harmonieux, sur toutes les dents cuspidées, respectant les courbures occlusales physiologiques et stabilisant parfaitement la mandibule ;
- recouvrement incisivo-canin assurant un guidage ouvert mais précis de la mandibule vers l'O.I.M., sans interférence au niveau des dents postérieures.

Une occlusion équilibrée n'est pas forcément synonyme d'occlusion parfaite. Des anomalies morphologiques, même importantes, n'entraînent pas systématiquement de dysfonction de l'appareil manducateur tant que les possibilités adaptatives de cet appareil ne sont pas dépassées.

3.2 Caractéristiques dentaires :

3.2.1 Etat dentaire :

L'observation des *édentements*, tant dans leur nombre que dans leur situation, a une importance dans l'évolution de la maladie et est à prendre en considération dans le diagnostic des D.A.M. En effet, quand ils sont encastrés, ils sont à l'origine de malpositions dentaires provoquant des interférences occlusales. S'ils sont terminaux, ils engendrent une compression articulaire pathogène. Pour ces mêmes raisons, il faut veiller au dépistage des *caries* et des *mauvaises reconstitutions coronaires* (en sur ou sousocclusion, sans reliefs cuspidiens...). De plus, les phénomènes infectieux ou inflammatoires qui affectent les dents ou les tissus de soutien déterminent des attitudes antalgiques, des évitements et des adaptations fonctionnelles. Elles peuvent se manifester par des contractures, des réductions de mobilité et des irrégularités de déplacement.

Le contact dento-dentaire ne se réalise qu'au moment de la déglutition. Celle-ci intervient soit à vide pour ingérer la salive, soit à la phase terminale de la mastication pour avaler le bol alimentaire. Les contacts dentaires journaliers sont de faible durée, de l'ordre de 30 minutes par jour. Cependant, l'*accroissement temporel des contacts*, dû à la contracture des muscles masticateurs et entretenue par le stress, peut mettre en œuvre tout un processus pathologique. Le bruxisme pourra être à l'origine de facettes d'usure, fractures, mobilités, versions ou ingressions.

3.2.2 Rapports interdentaires :

- alignement des dents sur l'arcade sans diastème (provoque des migrations dentaires) ;
- intégration des dents dans la convexité des courbes de Wilson et de Spee ;
- forme d'arcade en U bien développée dans le sens sagittal et transversal (à l'inverse de l'arcade en lyre ou en V) ;
- absence d'encombrement dentaire (favorise les malpositions de type rotation, les éruptions ectopiques, les dépôts de plaque et de tartre et donc les poches parodontales...).

3.2.3 Rapports interarcades :

- simultanéité des contacts occlusaux entendus au stéthoscope appliqué successivement au niveau des molaires maxillaires, puis de l'arcade zygomatique et enfin au niveau du malaire (laisse entendre un son unique et clair qui traduit la précision de l'intercuspidation et l'absence d'hésitation) ;
- absence de prématurités occlusales ;
- absence d'interférences occlusales ;

- alignement des milieux interincisifs et des freins labiaux ;
- classe I d'Angle ;
- recouvrement et surplomb incisif compris entre 2 et 3 mm.

3.3 Caractéristiques ostéo-articulaires :

3.3.1 Rapports interosseux :

Ils sont du même type que les rapports dento-dentaires, mais la comparaison s'effectue au niveau des bases osseuses :

- une **classe I** signe des rapports maxillo-mandibulaires harmonieux, mais peut aussi être le signe d'une pro-maxillie avec pro-mandibulie, ou d'une rétro-maxillie avec rétro-mandibulie ;
- une **classe II** témoigne d'une perturbation des rapports anatomiques : pro-maxillie sur normo-mandibulie ou rétro-mandibulie, normo-maxillie sur rétro-mandibulie ;
- une **classe III** est le témoin d'une normo ou d'une rétro-maxillie sur une pro-mandibulie.

3.3.2 Absence de bruit articulaire :

Une A.T.M. fonctionnant normalement ne fait aucun bruit ; en cas de pathologie articulaire, on peut retrouver :

- des claquements : bruit plus violent, plus net et plus sonore que le craquement et comparable à un fouet qui claque. Il signe une pathologie intracapsulaire de type mécanique (modification des relations condyle-disque) : la luxation antérieure réductible du disque articulaire.

- *claquement intermittent unique banal* : le processus condylien commence à repousser le disque vers l'avant et à se déplacer vers l'arrière. Cette relation condylo-discale correspond au tout début de la pathologie intracapsulaire de l'A.T.M.

Le passage du condyle au-delà de sa tubérosité antérieure temporale, s'accompagnant en général d'un bruit articulaire sourd (moins sonore que lors du rattrapage discal) lors d'une hyperlaxité ligamentaire ne doit pas être considéré comme symptomatologique. Cette laxité n'est pathologique que si elle ne permet pas au disque de rester sur le condyle mandibulaire ;

- *claquement réciproque survenant systématiquement à l'ouverture et à la fermeture* : en cas de pathologie articulaire, le condyle situé derrière le bord postérieur du disque doit le franchir à l'ouverture buccale. Ce

mouvement s'accompagne d'un claquement d'aller plus ou moins fort selon l'épaisseur résiduelle du disque. A la fermeture, l'ensemble condyle - disque se désolidarise à nouveau avec un claquement de retour. Le claquement peut se produire en début d'ouverture (antéposition discale réductible avec pronostic favorable), en milieu d'ouverture (pronostic moins favorable) ou en fin d'ouverture (antéposition discale irréductible avec pronostic défavorable) ;

- *claquement unique en fin d'ouverture buccale* : le claquement de retour peut être immédiatement consécutif à celui de l'aller ou on peut n'avoir qu'un unique claquement d'aller en cas de pathologie articulaire ancienne. L'usure du bord postérieur du disque est trop avancée pour que l'on puisse entendre un claquement de retour ;

- des craquements : bruit bref, sonore et comparable à une branche qui casse ; observés à l'ouverture et/ou à la fermeture, assez fréquents dans les A.T.M. non pathologiques et souvent de caractère fluctuant. Plusieurs explications ont été avancées :

- passage de liquide synovial dans un étranglement sous l'effet de la pression due aux mouvements ;

- libération brutale du disque freiné par des irrégularités lors de son glissement sous le tubercule articulaire ;

- mouvement brusque des ligaments au moment où les surfaces articulaires se séparent ;

- phénomène de succion des tissus conjonctifs postérieurs lâches se déplaçant le long des surfaces osseuses.

- des crépitations : suite de bruits faibles, répétés, assimilables à un bruit de râpe presque inaudible ou de pas sur le gravier. On distingue les crépitations étouffées (début d'atteinte des surfaces articulaires ou insuffisance de liquide synovial) des crépitations sèches (déformation arthrosique parfois liée à une perforation discale). Lors d'une antéposition discale ancienne, le disque ne joue plus son rôle protecteur au sein de l'articulation. La corticale osseuse du condyle s'est modifiée (lésion anatomique dégénérative des tissus durs de l'articulation) donnant, lors des mouvements, des crissements (stade initial) ou crépitations (stade terminal) avec sensation de sable intra-articulaire. Les bruits s'estompent dans la seconde moitié de l'ouverture.

Ces différents bruits peuvent être écoutés au stéthoscope pour pouvoir être plus finement différenciés. Le praticien dispose la seconde lyre du stéréo-stéthoscope et demande au patient d'introduire les embouts dans ses oreilles. Le patient doit serrer les dents légèrement, puis ouvrir la bouche plusieurs fois de suite. Il est à noter qu'en présence d'une limitation d'ouverture, l'absence de bruit articulaire indique une possible luxation antérieure non réductible du disque.

3.3.2 Symétrie statique et dynamique :

3.3.2.1 Symétrie statique :

- symétrie du visage et alignement entre pointe du menton, pointe du nez et glabella ;
- symétrie interarcades par alignement des milieux incisifs et muqueux (frein labial) ;
- symétrie des arcades, des courbes de compensation, des pentes cuspidiennes et du plan d'occlusion ;
- symétrie des images radiologiques au niveau des condyles sur le plan de la position. Chez les sujets normaux, le condyle est bien centré dans la fosse mandibulaire [96] ;

Attention, l'asymétrie condylienne est la règle et non l'exception selon Bell (1995). Les modifications des formes des condyles sont le reflet de leur adaptation à la fonction et ne sont pas le signe d'une dysfonction [74].

3.3.2.2 Symétrie dynamique :

- symétrie dans les trajets d'ouverture, diduction et propulsion (trajectoire rectiligne) ;
- symétrie dans les amplitudes de latéralités droite et gauche ;
- symétrie des contacts lors de la mise en fonction ;
- simultanéité des mouvements des condyles lors de l'ouverture ; cette simultanéité doit être ressentie à travers la pulpe des auriculaires introduits vers l'avant dans les conduits auditifs externes ou placés sur la région prétragienne ;
- absence de ressaut à l'ouverture, rythme harmonieux, non heurté, non saccadé.

3.3.3 Absence de limitation fonctionnelle :

L'examen des trajectoires mandibulaires en ouverture-fermeture et diduction droite-gauche, tant dans la forme que dans leurs amplitudes, renseigne l'odontologiste sur la présence ou non de S.A.D.A.M., son importance et sa nature. La cinématique du dentale est consignée sur un diagramme de Farrar qui consiste à visualiser le déplacement volontaire non forcé du dentale dans le plan frontal. Ces amplitudes doivent être comprises dans les valeurs suivantes:

- ouverture : 40 à 55 mm (50 à 55 mm chez l'homme et 40 à 45 mm chez la femme) ;
- diduction : 10 à 13 mm.

La rectitude des trajets et un rapport de 1 sur 4 entre les amplitudes maximales des mouvements de diduction par rapport à celle d'ouverture signifient que le condyle et le disque fonctionnent en parfaite harmonie.

Si l'amplitude des latéralités est normale et que l'ouverture est limitée et déviée, il s'agit d'un problème d'origine musculaire.

Si l'amplitude des latéralités est asymétrique ou si le rapport 1 sur 4 est modifié avec brisure latérale sur le trajet d'ouverture, il s'agit d'un problème articulaire récent. Lorsque la pathologie est plus avancée, il ne subsiste qu'une brisure latérale tardive, mais les amplitudes se sont normalisées. En cas de dysfonctionnement articulaire irréductible en phase aiguë, l'ouverture buccale est très réduite et fortement déviée du côté malade, l'amplitude de la latéralité du côté travaillant est aussi très réduite.

La limitation fonctionnelle peut être :

- permanente : elle vient perturber l'alimentation en diminuant le coefficient de mastication, trouble l'élocution et empêche le bâillement et le rire (risque important de blocage en ouverture buccale). Les conséquences au plan social et psychologique ne sont pas négligeables ;

- intermittente : le patient connaît les mouvements à éviter pour ne pas rester bloqué et les manœuvres pour réduire le blocage.

Parfois même, comme on l'a évoqué plus haut, il se produit un blocage bouche ouverte par luxation condylo-temporale. Cet accident très douloureux nécessite une réduction rapide par la manœuvre dite de Nélaton.

3.4 Caractéristiques neuro-musculaires :

3.4.1 Absence de douleur spontanée :

Les D.A.M. peuvent s'exprimer à travers une multitude de signes cliniques. En général, la douleur domine les signes d'appel : ces douleurs varient dans leur intensité, leur évolutivité, leur durée et leur siège :

- douleur au niveau auriculaire et pré-auriculaire (atteinte articulaire) : elles sont en général parfaitement localisées par le patient, sont présentes de façon spontanée et sont aggravées par les mouvements articulaires (notamment ceux de la mastication) et la palpation. Elles prédominent le soir, l'examen retrouve souvent des bruits articulaires et une limitation d'amplitude des mouvements.

- douleur oro-crânio-faciales (atteinte musculaire) : ces douleurs débutent dans la région zygomatique puis irradient vers les régions temporale, oculaire, mastoïdienne, occipitale, cervicale postérieure et trapézienne (douleur diffuse). Elles résultent de la contraction anormale des muscles de la tête et du cou et sont à type de tension, étirement, crampe... Leur intensité est maximale au réveil et diminue au cours de la journée, mais le stress la fait augmenter. L'amplitude des mouvements est normale, sans bruit articulaire.

3.4.2 Absence de douleur à la palpation :

Les douleurs peuvent être aussi provoquées par la palpation :

- musculaire :

- douleurs provoquées par la pression ou le massage doux au niveau des masses musculaires mises en tension de manière sélective ;
- zones de contracture musculaire caractérisées par la présence de bandes tendues douloureuses à la palpation ;
- tendinites se présentant comme des douleurs localisées à l'insertion osseuse du muscle.

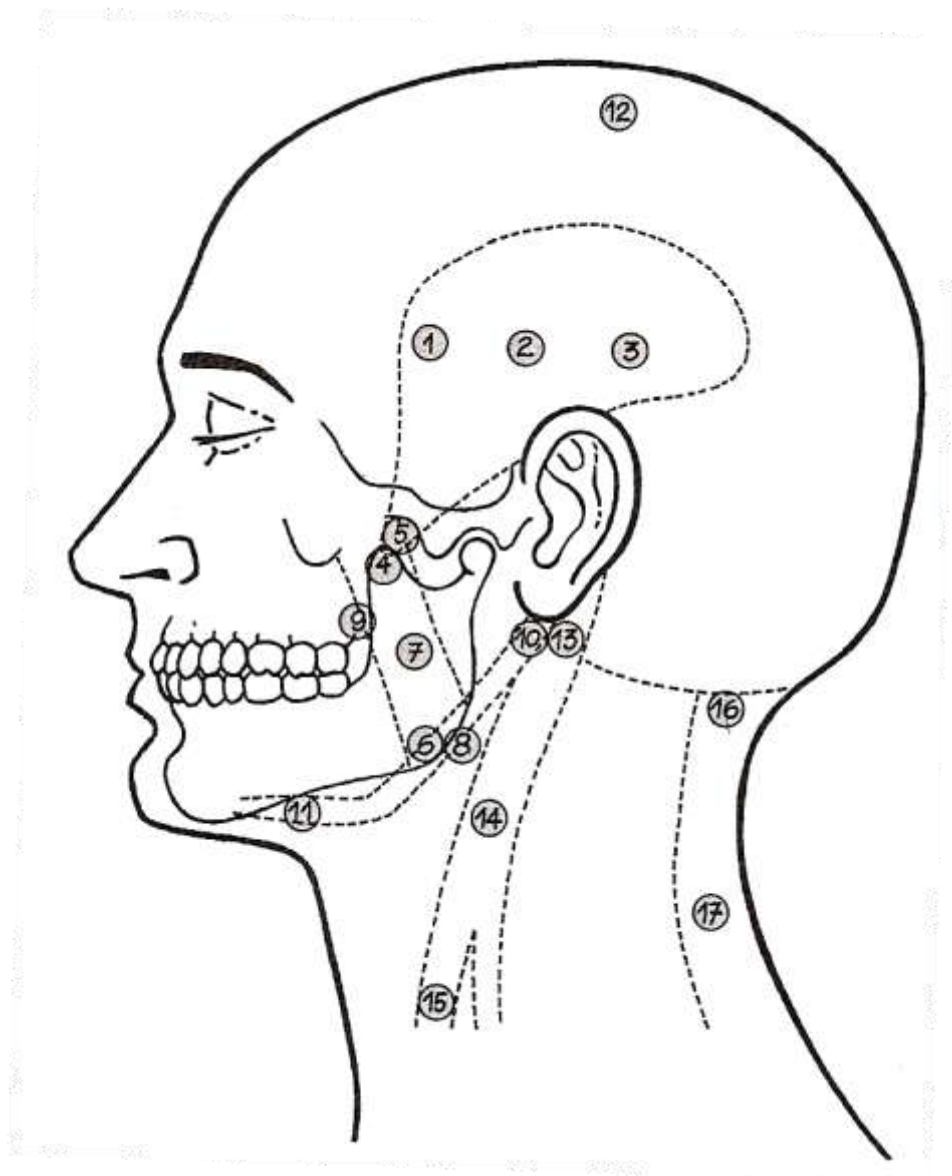


Figure 40 - les sites de palpation musculaire (d'après Rozenzweig 1994)

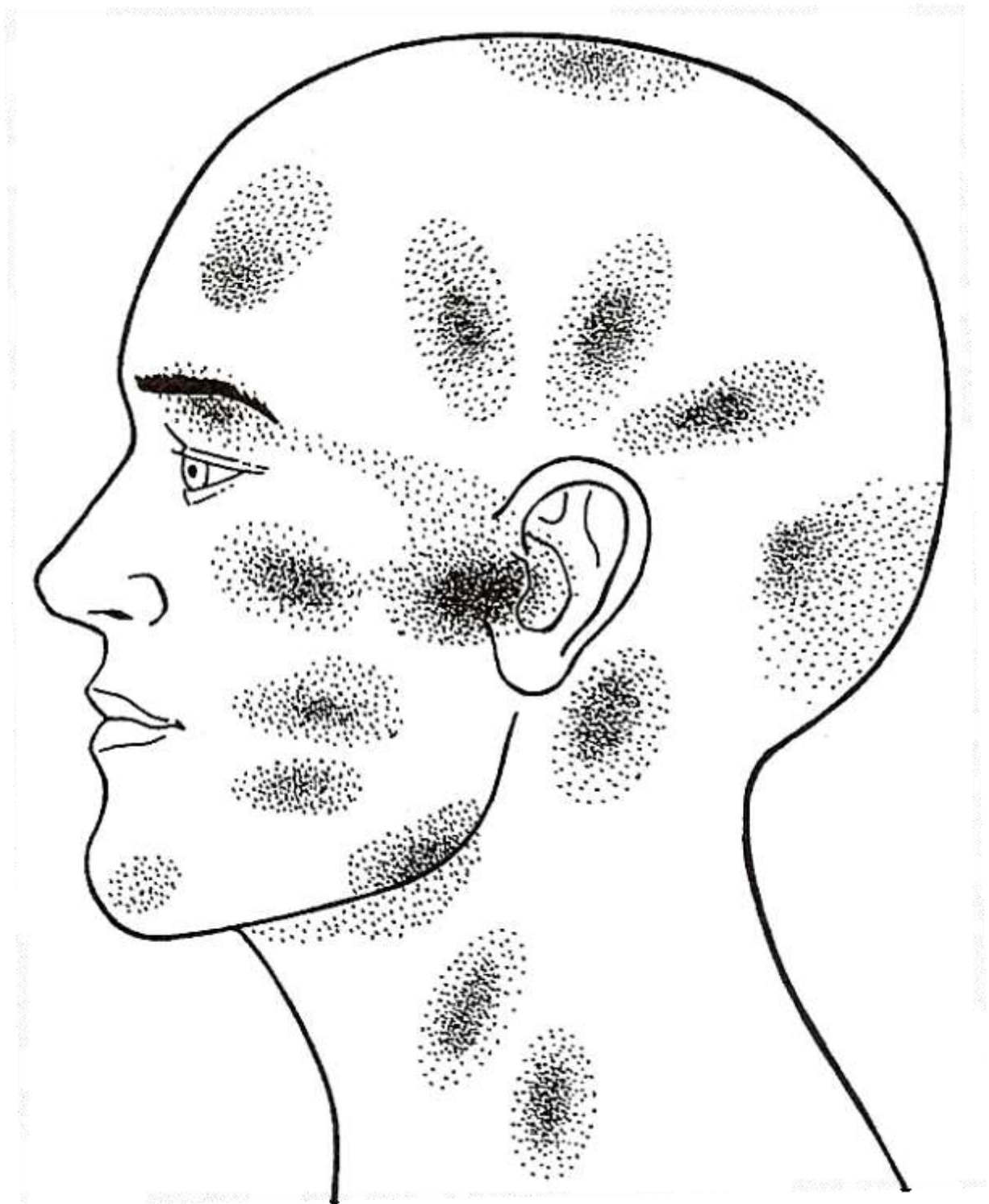


Figure 41 - Territoires algiques associés aux muscles masticateurs (d'après Rozenweig 1994)

Zone douloureuse	Point trigger
Vertex	Muscle Sterno-cleido-mastoïdien chef sternal. Muscle splenius capitis.
Zone postérieure de l'occiput	Muscle Sterno-cleido-mastoïdien chef sternal. Muscle Sterno-cleido-mastoïdien chef claviculaire.
Céphalée temporale	Muscle Trapèze supérieur. Muscle Sterno-cleido-mastoïdien chef sternal. Muscle temporal.
Céphalée frontale	Muscle Sterno-cleido-mastoïdien chef sternal. Muscle Sterno-cleido-mastoïdien chef claviculaire.
Douleur auriculaire	Muscle Ptérygoidien latéral. Muscle Masséter chef profond. Muscle Sterno-cleido-mastoïdien chef claviculaire. Muscle Ptérygoidien médial.
Douleur oculaire et sus orbitaire	Muscle Sterno-cleido-mastoïdien chef sternal. Muscle temporal chef antérieur. Muscle Splenius cervicis. Muscle Masséter chef superficiel.
Joue et arcades	Muscle Sterno-cleido-mastoïdien chef sternal. Muscle Masséter. Muscle Ptérygoidien latéral. Muscle Trapèze.
Dents	Muscle temporal. Muscle masséter. Muscle digastrique chef antérieur.
Gorge et front	Muscle Sterno-cleido-mastoïdien chef sternal. Muscle digastrique.

Figure 42 - Localisation des points trigger (d'après Amigues 2003)

- articulaire :

- douleurs provoquées au niveau de la capsule par la palpation du pôle latéral du condyle dans la région pré-auriculaire ;
- douleurs provoquées au niveau de la synoviale par palpation endo-méatique ;

En pratique, les choses ne sont pas si simples à individualiser car ces deux types de pathologie peuvent co-exister chez un même patient. De plus, il existe une variabilité dans le temps et dans le mode d'expression de la douleur qui peut brouiller le tableau clinique.

3.4.3 Tests complémentaires [46]:

Le test simple de Krogh-Poulsen permet de confirmer notre diagnostic en faveur d'un S.A.D.A.M. articulaire ou musculaire; il suffit de demander au patient de mordre sur un morceau de bois dur (ou un coton à défaut) dans la région molaire du côté douloureux.

- pathologie articulaire : soulagement de la douleur du côté douloureux par réduction pressionnelle articulaire (problème articulaire homolatéral) et/ou apparition d'une douleur du côté opposé par augmentation pressionnelle articulaire (problème articulaire controlatéral) ;
- pathologie musculaire : augmentation de la douleur du côté douloureux (problème musculaire homolatéral).

La rétropulsion forcée appliquée sur le menton par la paume d'une main, tandis que l'autre maintient l'occiput, signe les pathologies articulaires et musculaires en fonction de la localisation de la douleur :

- douleur en avant des condyles : pathologie musculaire (douleur par étirement des ptérygoïdiens latéraux spasmés) ;
- douleur en arrière des condyles : pathologie articulaire (douleur par compression de la zone bilaminaire postérieure).



Figure 43 - Rétropulsion mandibulaire forcée (d'après Dupas 2000)

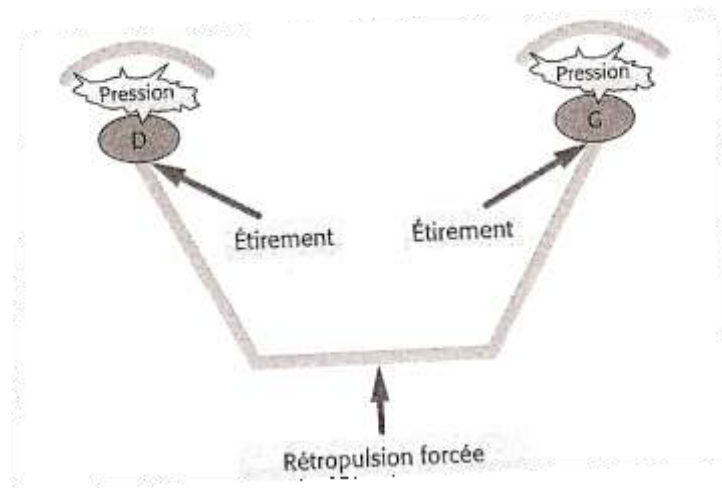


Figure 44 - Schéma de rétropulsion mandibulaire forcée (d'après Dupas 2000)

Les latéralités forcées appliquées sur le menton par la paume d'une main, tandis que l'autre maintient la tête au niveau temporal, complètent la rétropulsion forcée :

- douleur du condyle du côté de la main active : pathologie articulaire homolatérale ;
- douleur en arrière du condyle du côté opposé : pathologie articulaire controlatérale ;
- douleur en avant du condyle du côté opposé : pathologie musculaire.



Figure 45 - Latéralité gauche forcée (d'après Dupas 2000)

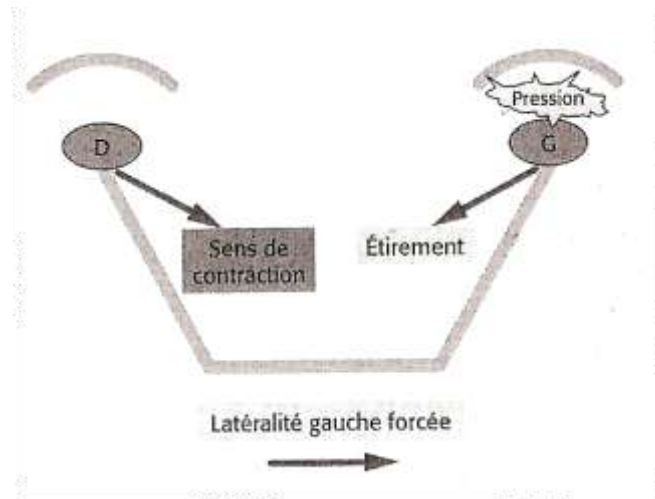


Figure 46 - Schéma d'une latéralité gauche forcée (d'après Dupas 2000)

Ces deux derniers tests mandibulaires sont inutiles voire dangereux quand les claquements articulaires sont déjà présents. Les bruits articulaires suffisent pour conclure sans risquer d'exacerber le problème articulaire jusqu'à rendre irréductible une antéposition discale réductible. De même, si le patient nous informe de douleurs importantes au niveau des A.T.M., les tests mandibulaires sont abandonnés au profit du test de **Krogh-Poulsen**.

4 Le système postural :

4.1 La posture érigée :

4.1.1 Définition [76]:

En posturologie, la posture est l'élaboration et le maintien actif de la configuration des différents segments du corps dans l'espace ; elle exprime la manière dont l'organisme affronte les stimulations du monde extérieur et se prépare à y réagir. La posture fondamentale de l'espèce humaine est la position orthostatique : station debout ou érigée en attitude dite de « repos militaire ».

Elle est le fruit d'une activité musculaire permanente (tonus musculaire) à la fois tonique et phasique. La configuration des segments corporels est élaborée sur un mode plutôt phasique et est maintenue sur un mode plutôt tonique. Certaines contractions musculaires sont brèves, raccourcissent les muscles, et par suite, produisent des mouvements : ce sont les contractions

phasiques. D'autres contractions, dites toniques, maintenues longtemps, immobilisent les os dans des positions déterminées et constituent par conséquent le tonus musculaire. Les mêmes muscles sont capables de produire des contractions phasiques et toniques ; le biceps permet de fléchir l'avant-bras par une action tonique, tandis qu'il maintient l'avant-bras fléchi quand on soulève un poids par contraction tonique. Cependant, certains muscles ont une fonction tonique particulièrement développée comme les extenseurs des membres. Ils assurent le maintien de la posture.

Le système postural trouve son origine étymologique dans le grec : « sustêma » signifie ensemble. Ce mot provient du verbe « synistanai » qui veut dire combiner, établir, rassembler.

Tout système se caractérise par :

- des entrées (elles sont ici sensorielles) ;
- un organe de traitement et d'intégration (ici le système nerveux central et ses voies) ;
- une sortie (ici le tonus musculaire).

4.1.2 Les muscles posturaux : appareil d'exécution :

Les muscles composent 40 à 50% du poids de notre corps. Il en existe de trois sortes : les *muscles striés* ou squelettiques reliés aux os, les *muscles lisses* entrant dans la constitution des viscères et le *muscle cardiaque*. Seuls les muscles striés peuvent être soumis au contrôle de la volonté. C'est grâce à ces muscles que le corps peut se maintenir droit, bouger et s'orienter dans l'espace.

Il y a trois types de muscles striés :

- les muscles phasiques (fibres type A des muscles dits blancs car pauvres en hémoglobine) : ils ont une vitesse de contraction rapide, une grande force de contraction, mais résistent peu à la fatigue. On les utilise pour les **mouvements volontaires de courte durée** (muscles fléchisseurs des membres surtout).

- les muscles toniques (fibres type B des muscles dits rouges car riches en hémoglobine) : ils ont une vitesse de contraction lente, une faible force de contraction, mais sont très résistants à la fatigue. **Leur activité motrice est quasi-permanente**, car ils ont une **vocation posturale** (muscles du cou, du tronc et extenseurs des jambes surtout). Ces muscles posturaux sont activés et régulés en permanence par le système nerveux central qui reçoit les informations issues de capteurs.

- les muscles tonico-phasiques (fibres type C intermédiaire) : ils ont une vitesse de contraction moyenne, une force de contraction moyenne et sont aussi moyennement résistants à la fatigue.

Les contractions musculaires peuvent donc avoir deux effets : certaines contractions sont brèves, raccourcissent les muscles et produisent des mouvements : ce sont les contractions phasiques; les contractions toniques, maintenues longtemps, immobilisent les os dans des positions prédéfinies et constituent le tonus musculaire. On sait désormais, depuis Gentaz

(1979), que le contrôle de l'activité tonique posturale et le contrôle des oscillations posturales ne doivent pas être confondus. La régulation de l'activité tonique posturale fixe la position moyenne du centre de gravité du corps par une activité musculaire dite tonique, tandis que les oscillations du centre de gravité autour de cette position moyenne sont contrôlées par une activité musculaire dite phasique.

4.1.3 Le tonus :

4.1.3.1 Le tonus musculaire [76]:

L'équilibre est, par définition, instable. La cause la plus anodine (courant d'air par exemple) peut détruire cette apparente stabilité. Il faut donc, au sein de l'organisme, un système palliant aux causes possibles de rupture d'équilibre.

Toute contraction d'un muscle se produit sous l'action de son nerf moteur. Il en est ainsi des contractions toniques comme des contractions phasiques : un muscle sans innervation est privé de tonus et disparaît. Le nerf moteur relie le muscle aux centres nerveux et la contraction des fibres musculaires est déterminée par l'activité de cellules nerveuses ou neurones situés dans ces centres, les motoneurones dit alpha. Les muscles intervenant dans la posture ont leur motoneurone dans la moelle épinière. Le réflexe myotatique ou réflexe d'étirement constitue le maillon déterminant de la genèse de ce tonus. En effet, l'étirement d'un muscle accroît son tonus et augmente la force qu'il exerce par sa contraction : un muscle résiste à l'étirement qu'il subit. Cette contraction résulte de l'activité des motoneurones par le réflexe myotatique, mettant en jeu les récepteurs sensitifs musculaires et tendineux (fuseaux neuro-musculaires et organes neuro-tendineux respectivement), les fibres nerveuses sensitives et motrices contenues dans le nerf du muscle, enfin le centre nerveux qui lui correspond, généralement la moelle épinière. Ainsi, les muscles de la nuque se contractent précisément parce que la pesanteur, en entraînant la tête en avant, provoque leur étirement. De même, les muscles extenseurs de la jambe et de la cuisse, dont le tonus permet la station debout, doivent, entre autre, ce tonus au fait que la pesanteur les étire constamment.

La régulation médullaire du tonus musculaire met en jeu un ensemble complexe de réflexes :

- le réflexe myotatique : les fuseaux neuro-musculaires constituent la partie charnue du muscle et contiennent chacun 8 à 10 fibres fusorielles. Ces fibres de quelques millimètres de long comprennent deux parties striées pouvant se contracter et possédant une innervation fusimotrice (motoneurone gamma). Elles entourent une partie non striée riche en noyaux et à innervation sensitive. Cette fibre nerveuse sensitive se termine dans la moelle épinière à proximité d'un motoneurone alpha du même muscle. L'étirement provoque ou augmente par leur intermédiaire la contraction du muscle. Le réflexe myotatique est un réflexe monosynaptique ;

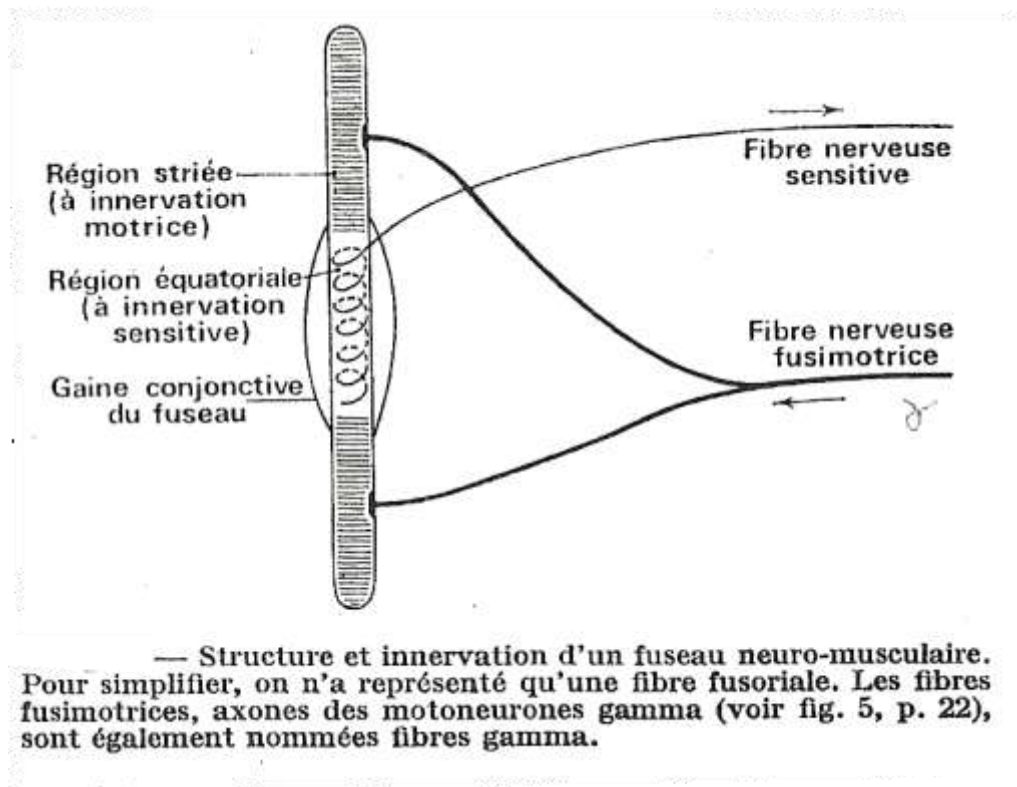


Figure 47 - Structure et innervation d'un fuseau neuro-musculaire (d'après Gribenski et Caston 1973)

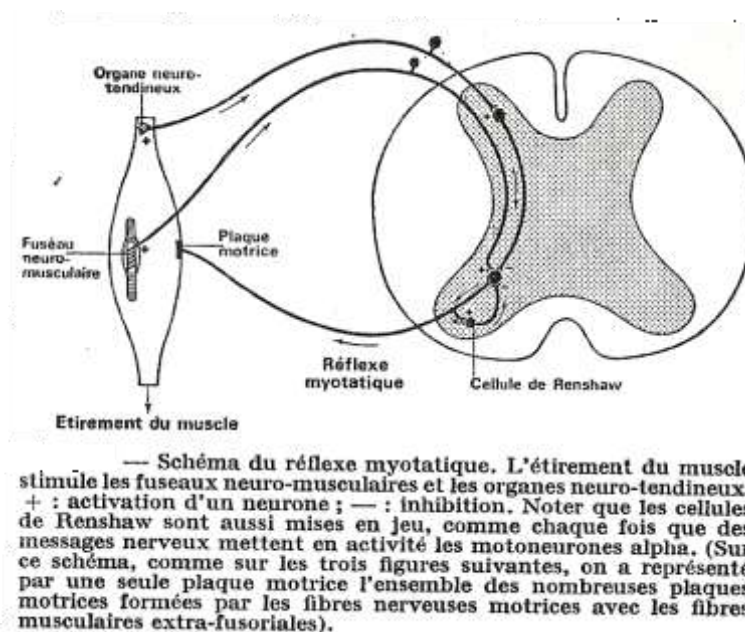


Figure 48 - Schéma du réflexe myotatique (d'après Gribenski A et Caston 1973)

- le réflexe myotatique inverse : les organes neuro-tendineux sont aussi stimulés par l'étirement, mais un interneurone inhibiteur est intercalé entre le neurone sensitif et le neurone moteur. Leur rôle est donc d'empêcher l'accroissement du tonus, par inhibition du motoneurone alpha, afin d'adapter le geste aux circonstances. Ce réflexe myotatique inverse est polysynaptique ;

- le circuit de Renshaw : les motoneurones alpha sont inhibés par les cellules de Renshaw, interneurons stimulés par les motoneurones eux-mêmes ;

- le réflexe nociceptif de flexion : les nocicepteurs (cutanés, articulaires, tendineux ou musculaires) favorisent l'inhibition des extenseurs et l'excitation des fléchisseurs. Tout réflexe nociceptif aura l'avantage face à l'organisation habituelle réflexe myotatique/réflexe myotatique inverse, désorganisant tout le système postural ;

- le phénomène d'innervation réciproque : l'étirement d'un muscle diminue le tonus de son antagoniste et faciliter l'action du muscle dont le tonus est augmenté. En effet, dans tous les phénomènes réflexes, une action inhibitrice ou excitatrice sur un neurone agoniste entraîne l'effet inverse sur l'antagoniste. Cette innervation réciproque permet au mouvement de s'effectuer sans brusquerie, en étant parfaitement adapté au mouvement.

Le maintien du tonus postural et la réalisation de tout mouvement sont donc contrôlés en retour par l'organisme afin de s'adapter à tout moment à une situation de déséquilibre. Ce feed-back est aussi assuré par des informations proprioceptives, extéroceptives (étudiées au chapitre 335) et en provenance du système nerveux central (programmes engrammés). Ils agissent sur le tonus musculaire par l'intermédiaire de la boucle gamma. Ces différents muscles posturaux sont soumis à l'action des formations proprioceptives sous-corticales mettant en jeu la voie extra-pyramidale (formation réticulaire, archéo et paléo-cérébellum). Mais il existe une composante d'inhibition motrice réflexe sous la dépendance du paléo (contrôle le tonus de posture) et du néo-cérébellum (stoppe, détourne ou inverse un mouvement nocif).

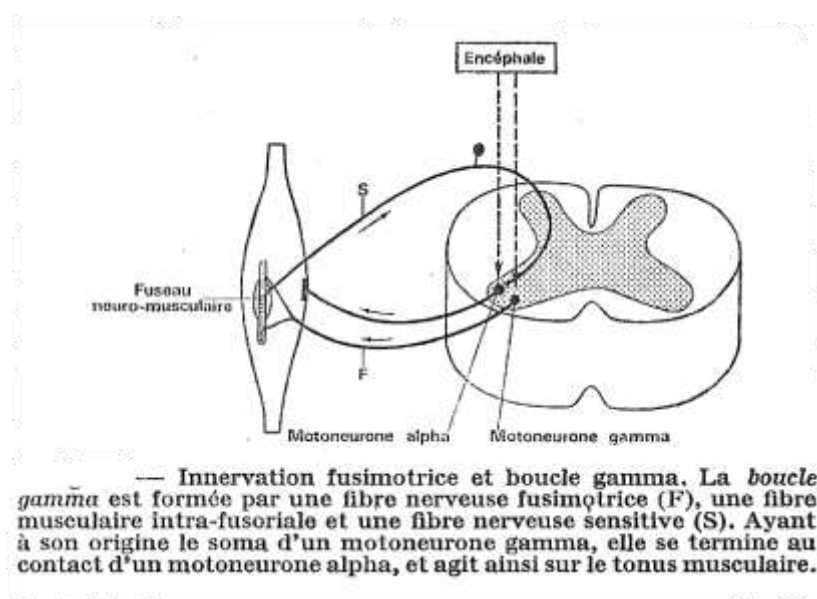


Figure 49 - Innervation fusimotrice et boucle gamma (d'après Gribenski et Caston 1973)

4.1.3.2 Le tonus antigravitationnel ou antigravifique [76]:

Les mécanismes du maintien de la posture sont ceux qui rendent le corps indéformable. En effet, notre corps est fait d'éléments reliés entre eux, mobiles les uns par rapport aux autres, mais immobilisés dans des positions définies par la contraction permanente des muscles (ou tonus musculaire). Ainsi, la tête est mobile par rapport au tronc et son centre de gravité est situé en avant de la ligne d'articulation crâne/rachis. La pesanteur a donc tendance à faire pencher la tête vers l'avant. Les muscles de la nuque vont exercer une force inverse en tirant la tête vers l'arrière. De même, la pesanteur tend à faire s'affaisser le tronc, les cuisses et les jambes qui sont, elles mêmes, en situation instable au niveau des chevilles. Les muscles, par leur contraction, s'opposent à la chute du corps.

L'organisme conserve ses attitudes, son équilibre et son orientation en s'opposant activement par des contractions musculaires aux forces extérieures agissant sur lui, notamment à la pesanteur. Les mêmes muscles sont naturellement capables de produire des contractions phasiques et toniques. Cependant, certains muscles ont une prédominance tonique. Les muscles qui jouent le plus grand rôle dans le maintien de la posture sont ceux du cou, du tronc et des membres. Leur tonus est d'ailleurs dénommé tonus de posture. Les divers muscles profonds de la nuque et du tronc échappent au contrôle volontaire : nul ne peut contracter de façon isolée le grand oblique de la nuque, le carré des lombes ou un transversaire épineux donné. Leur contraction s'inscrit dans un contexte moteur global synergique qui répond en fait à l'un des aspects du tonus musculaire, à savoir le tonus anti-gravitationnel ou antigravifique :

- **les muscles propres de la nuque** se tendent ou se détendent sous l'effet des influx vestibulaires, réalisant le repérage du massif céphalique dans l'espace ; la tête est maintenue droite, parce que le tonus des muscles extenseurs de la tête dépasse le tonus des fléchisseurs ;
- **les muscles spinaux transversaires cervicaux** positionnent la tête par rapport au corps ;
- **les muscles spinaux profonds** assurent la posture de référence permettant l'orthostatisme ; la colonne vertébrale et le tronc ne fléchissent pas car le tonus des muscles du dos (extenseurs du tronc) l'emporte sur les abdominaux (fléchisseurs du tronc) ;
- **les muscles extenseurs de la cuisse et de la jambe** immobilisent en extension les articulations de la hanche et du genou, car leur tonus l'emporte sur les fléchisseurs ; le tronc, la cuisse et la jambe restent sensiblement en ligne droite ;
- **les muscles extenseurs et fléchisseurs du pied** s'équilibrent pour placer l'articulation entre l'astragale et le tibia en une position intermédiaire entre flexion et extension ; cet équilibre instable détermine la position de la jambe par rapport au pied.

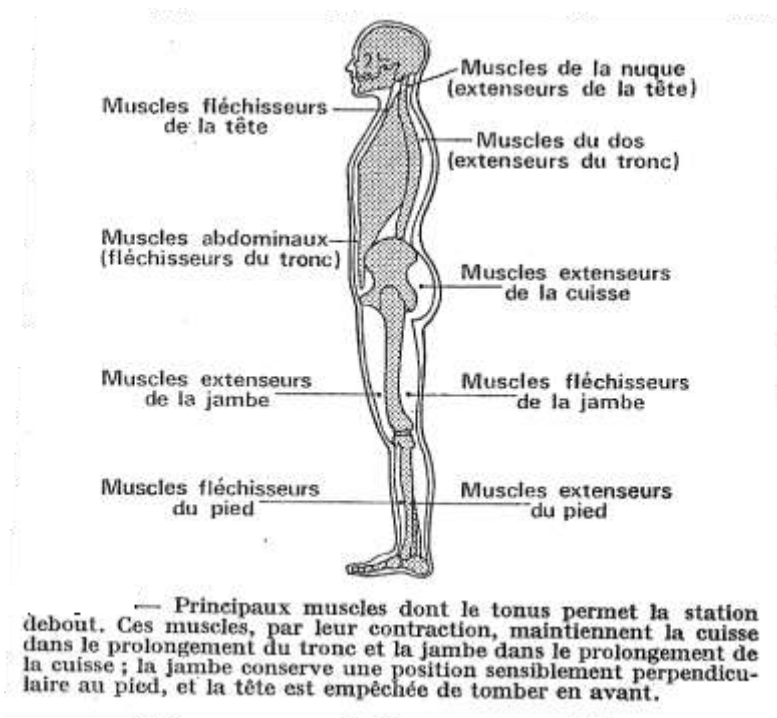


Figure 50 - Les muscles posturaux du corps humain (d'après Gribenski et Caston 1973)

4.1.4 Les chaînes musculaires :

Les différents muscles posturaux ne travaillent pas de façon isolée, mais sous la forme de véritables ensembles synergiques ou antagonistes, les chaînes musculaires. Ces différentes chaînes ont été décrites par de nombreux auteurs, tels que Françoise Mézières, René Bourdiol, Godelieve Struyf-Denis et Léopold Busquet.

4.1.4.1 Françoise Mézières (kinésithérapeute 1909-1991) [36, 58] :

Ses premiers articles paraissent dès 1947 (la gymnastique statique) et poseront les fondements de la *Méthode Mézières* destinée aux affections chroniques de l'appareil locomoteur dont les pronostics sont particulièrement défavorables.

Le caractère révolutionnaire de cette méthode est la mise en évidence du synergisme musculaire. A cette époque, dans tous les manuels, les muscles sont considérés isolément. Pour Mézières, la musculature postérieure se comporte comme un seul et même muscle. Elle va aller encore plus loin et critique vigoureusement les tenants de la kinésithérapie classique (traitement systématique : muscler les abdominaux et les dorsaux).

Le principe fondamental de sa méthode est la mise en évidence du raccourcissement de la musculature postérieure. La musculature superficielle, dont le rôle n'est pas d'assurer le maintien postural de l'individu, travaille en permanence et se raccourcit, empêchant ainsi le bon fonctionnement de la musculature profonde (dévolue à l'adaptation du tonus postural). Les conséquences de ce raccourcissement permanent sont la contracture et la fibrose

musculaire. Celle-ci diminue les qualités d'élasticité et d'extensibilité de la musculature. A distance, ce raccourcissement, n'est pas sans conséquences : il entraîne une hyperlordose compensatrice, les épaules sont rentrées, le dos se courbe, la poitrine se creuse, les genoux se tournent vers l'intérieur et les voûtes plantaires s'affaissent. Ces modifications physiques profondes s'accompagnent d'une diminution notable de la force musculaire. Comme chaque muscle appartient à un ensemble fonctionnel, toute modification engendre des répercussions tout au long de la chaîne.

La méthode est basée sur des postures d'étirement musculaire actif visant à allonger l'ensemble des muscles antigravifiques, les muscles rotateurs internes et les muscles inspireurs. Le but est de remonter du symptôme à la cause et de restituer la forme et la fonction. Mézières procède globalement en étirant l'ensemble des chaînes. En effet, pour Mézières, ce ne sont pas les os mais les muscles qui se déforment et le muscle peut et doit être sculpté. Pour elle, ce n'est pas le manque de force, mais l'excès de force mal répartie qui est à l'origine de nos déformations et de nos douleurs rhumatismales.

4.1.4.2 René Bourdiol [21] :

Pour Bourdiol (1980), les chaînes musculaires partent des pieds vers la tête et toute modification structurale du pied ne peut être obtenue que par une action strictement musculaire. Tout est basé sur ce qu'il appelle *la chaîne proprioceptive podale* censée compenser toute rupture d'équilibre latéral et antéro-postérieur.

Bourdiol classe (pour plus de clarté) ces muscles posturaux en trois grands groupes musculaires :

- la chaîne proprioceptive rachidienne : elle comprend *les inter-transversaires* (unissent les apophyses transverses cervicales et lombaires), *les inter-épineux* (tendus entre les apophyses épineuses de C2 à D1 et de D11 à S1), *l'épi-épineux* (comble le vide dorsal et harmonise l'extension rachidienne de D3 à L3), *le transversaire épineux* (maître-muscle postural spinal et composé de C3 au sacrum d'un court lamellaire, d'un long lamellaire, d'un court épineux et d'un long épineux sauf au niveau cervical et lombaire où le court lamellaire n'existe pas) ;
- la chaîne proprioceptive du tronc : ces muscles occupent le plan profond para-costal ; ce sont *les muscles ilio-costal, long dorsal, carré des lombes* (muscle stabilisateur du bassin) et *les semi-spinalis* (semi-spinalis du dos et de la nuque et semi-spinalis de la tête forment un hauban de la nuque aux dernières vertèbres dorsales) ;
- la chaîne proprioceptive cervicale : les muscles propres de la nuque interviennent dans la régulation du tonus des grands muscles céphalogyres : ce sont *le petit droit postérieur de la tête, le grand droit postérieur de la tête, le petit oblique de la tête et le grand oblique de la tête*.

4.1.4.3 Godelieve Struyf-Denis (kinésithérapeute) [58, 159] :

Struyf-Denis est celle qui met en évidence avec le plus de rigueur la diversification des enchaînements musculo-aponévrotiques. Elle poursuit le travail de Mézières en rédigeant une première publication en 1978 (prévention et réadaptation pour les souffrants de la colonne vertébrale), développe son concept en 1982 dans son ouvrage les chaînes musculaires et articulaires. Elle propose cinq familles musculaires :

- la chaîne postéro-médiane PM ;
- la chaîne antéro-médiane AM ;
- la chaîne postéro-latérale PL ;
- la chaîne antéro-latérale AL ;
- la chaîne postéro-antérieure et antéro-postérieure PA-AP.

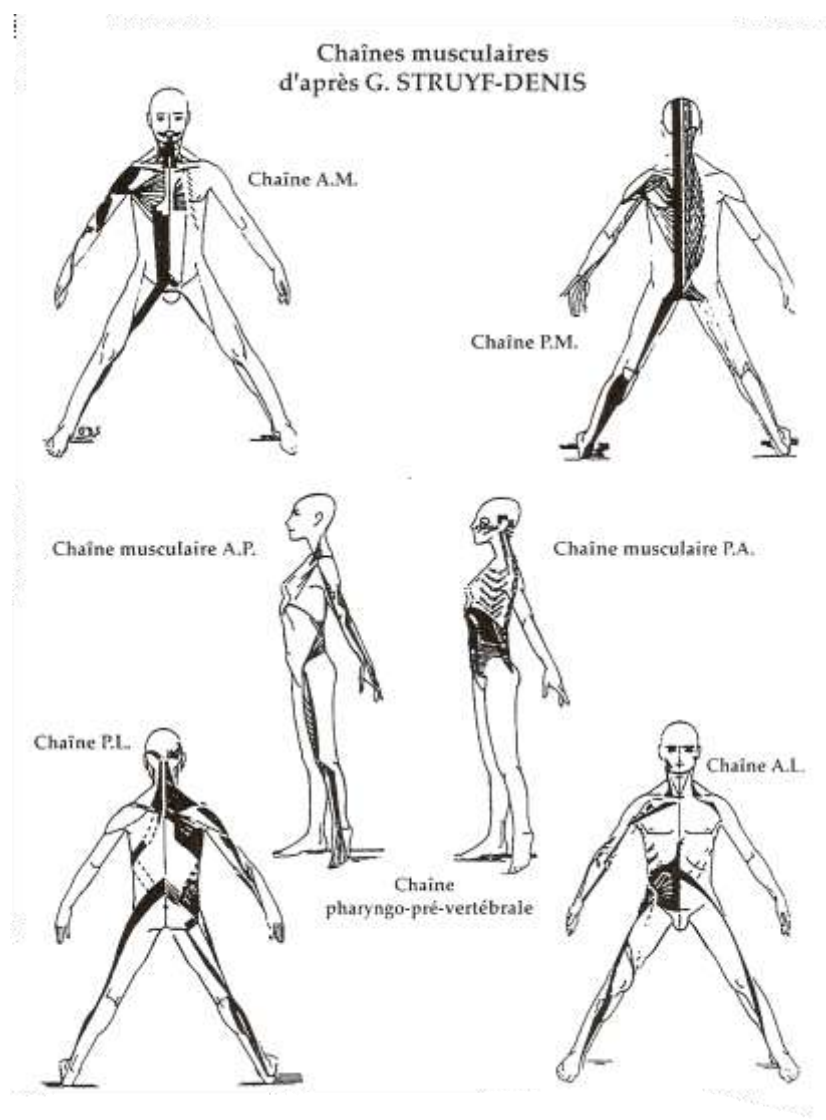


Figure 51 - Description des chaînes musculaires de Struyf-Denis (d'après Joly 1998)

L'activation de la chaîne PA-AP est le souci principal de Struyf-Denis. En effet, cette dernière est l'élément le plus actif dans le processus de l'extension axiale réflexe du rachis et forme une chaîne étroitement liée aux fonctions qui déterminent l'équilibre postural. Avoir une PA-AP fonctionnelle, c'est s'assurer d'une bonne tenue axiale spontanée. Cette chaîne à double composante (inférieure AP et supérieure PA) constitue donc l'élément musculaire de la pulsion verticale de l'homme qui s'étire vers le ciel, mais aussi de la respiration. Actuellement, les méthodes d'éducation ou de rééducation physique musclent avant tout les chaînes PM et AM. Il ne s'agit pas d'un mouvement ascensionnel spontané, souple et sans effort. Et malgré l'effacement des courbures, leur sollicitation tend plutôt à réduire la taille. De plus, ce redressement artificiel ne peut être tenu très longtemps.

Il faut donc distinguer le travail spontané de l'extension axiale PA-AP du contrôle volontaire de l'extension dorsale assurée par PM. Struyf-Denis résumait ainsi les choses : « PM assure l'extension dorsale, PA-AP l'extension axiale ».

Struyf-Denis va plus loin encore : elle va réaliser une *étude psychologique* pour mettre en évidence les correspondances entre chacune des cinq chaînes et différentes données émotionnelles. L'attitude reflète la prédominance d'une chaîne musculaire et caractérise son aspect physique et sa psychologie. Elle souligne les rapports étroits entre les tendances psychologiques et comportementales des individus (intériorité, extériorisation, activité, passivité, matérialisme, spiritualité...) et les configurations significatives des chaînes musculaires.

Struyf-Denis adapte ses interventions à la personne. Elle inhibe la chaîne musculaire la plus contractée et sollicite la plus déficiente. Tout est dans l'équilibre, car une sollicitation excessive entraîne rigidité et contractures.

4.1.4.4 Léopold Busquet (kinésithérapeute et ostéopathe, né en 1946) [27, 28, 29]:

La description et la division qu'il dresse des chaînes musculaires est différente dans le sens où elle se base aussi sur l'observation de l'anatomie crânienne. C'est la première fois que le crâne est intégré au fonctionnement des chaînes. Pour Busquet (2004), le crâne comprend quatre cadrans d'où partent les chaînes. En effet, loin de s'arrêter au niveau du crâne, elles en pénètrent l'architecture. Les chaînes musculaires parcourent le corps humain de la tête aux pieds comme des autoroutes anatomiques où circulent des forces générant les mouvements et l'organisation statique du corps.

- le cadran antérieur sphénoïdal d'où partent les chaînes longitudinales antérieures : les chaînes de flexion et la chaîne viscérale ;
- le cadran postérieur occipital d'où partent les chaînes longitudinales postérieures : les chaînes d'extension, la chaîne statique musculo-squelettique et la chaîne neuro-méningée ;
- les cadrans latéraux temporaux (au nombre de deux) d'où partent les chaînes croisées antérieures et postérieures.

Nota bene : les chaînes longitudinales antérieures et postérieures font jonction au niveau de la faux du cerveau et de l'articulation sacro-coccygienne. De plus, les chaînes de flexion et d'extension subissent les influences des tensions viscérales. Les chaînes croisées antérieures et postérieures se terminent sur les temporaux et sont reliées entre elles par la tente du cervelet. Il est aussi à noter que toutes les chaînes musculaires se croisent au niveau du complexe des membranes intra-crâniennes (diaphragme crânien), du diaphragme thoracique et du diaphragme pelvien.

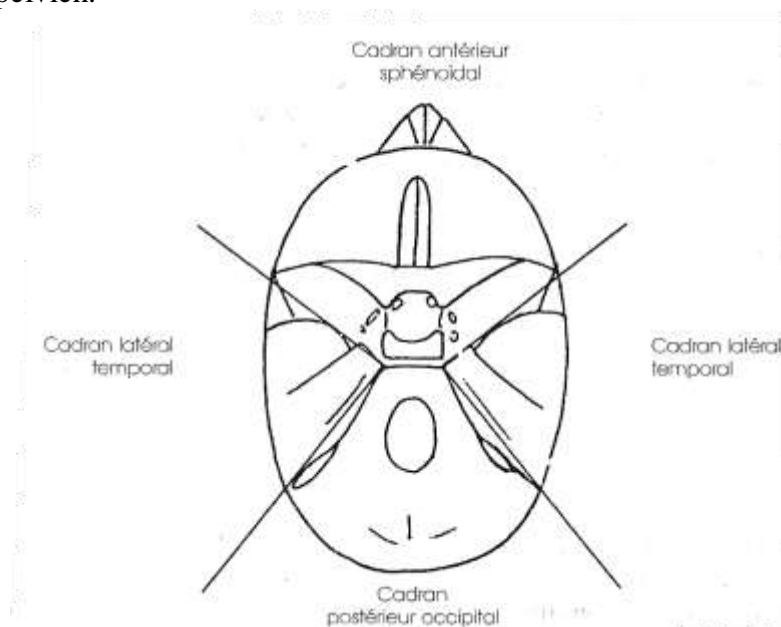


Figure 52 - Les cadrans crâniens selon Busquet (2004)

L'ostéopathe est fréquemment amené à travailler sur la détente de ces trois diaphragmes pour relancer l'hémodynamique des chaînes musculaires bloquée sur ces nœuds de passage. L'action dynamique des chaînes musculaires engendre tous les mouvements de la tête aux pieds et s'infiltré dans les circuits intra-crâniens par la déformabilité du squelette crânien, les sutures, la plasticité des os du crâne et les membranes intra-crâniennes. Elles interviennent donc sur la dynamique du crâne. Malheureusement, ces théories ne sont que des représentations intellectuelles et ne sont absolument pas validées. C'est la raison pour laquelle j'ai décidé de ne pas m'étendre davantage sur le sujet.

4.1.5 La posture idéale :

4.1.5.1 Description de Bernard Bricot en 1996 (base de la majorité des descriptions sur le sujet car elle est simple et rapide) :

Une représentation de la posture idéale dans les trois plans de l'espace permet de se figurer les lois et les principes qui régissent la « statique » du corps humain :

- vue de profil (plan sagittal) : l'axe vertical du corps passe par le vertex, l'apophyse odontoïde, le corps vertébral de L3 et se projette au sol au centre du quadrilatère de sustentation. Les plans scapulaires et fessiers sont alignés et les flèches cervicales et lombaires mesurent respectivement de 6 à 8 cm et de 4 à 6 cm. L'angle sacré est de 32 °, le disque intervertébral L3/L4 est horizontal et L3 est la vertèbre la plus antérieure de la colonne. La lordose lombaire est harmonieuse, les articulations vertébrales postérieures ont des rapports harmonieux ; il n'existe aucune contrainte anormale, les isthmes articulaires sont dégagés et la mobilité est normale.

- vue de face (plan frontal) : les lignes bipupillaire, bitragale, bicommissurale, bimamelonnaire, bistyloïdienne, scapulaire et pelvienne doivent être absolument horizontales et toutes parallèles entre elles. Les pieds reposent au sol de façon harmonieuse et symétrique (un léger valgus en appui bipodal est considéré comme physiologique s'il disparaît en appui unipodal).

- vue de dessus (plan horizontal) : il ne doit pas y avoir d'avancée ou de recul d'une fesse ou d'une épaule par rapport à l'autre, donc aucune rotation des épaules et du bassin.

Cette posture idéale ne correspond en réalité qu'à 10 % de la population. Ces personnes ne sont quasiment jamais douloureuses ; leur organisme fonctionne en harmonie, sans contrainte physique. Les 90% restants présentent un déséquilibre qui peut se situer dans un, deux ou 3 plans avec des conséquences à court, moyen et long terme.

4.1.5.2 Description de René Bourdiol en 1980 (plus précise et plus pointilleuse) :

- vue de dos : Bourdiol utilise toujours le fil à plomb placé dans le plan sagittal de l'épineuse de C7.

Dans ces conditions, *la tête* doit être en position neutre, sans inclinaison, ni rotation, les oreilles situées à même hauteur. *Le rachis cervical* doit être parfaitement centré par rapport à la masse que représente le trapèze. *Les épaules* sont au même niveau avec des omoplates en position neutre, à bords internes presque parallèles. *Le rachis dorso-lombaire* est rectiligne et le bassin horizontal et équilibré présente des sillons du flanc symétriques, le galbe de la hanche et de la fesse est régulier, les fossettes de Mickaëlis sont au même niveau, le pli inter-fessier est vertical et les plis fessiers correspondent entre eux. *Le membre inférieur* est bien en ligne, en contact mutuel au niveau des cuisses, des genoux, des mollets et des malléoles internes.

- vue de face : *l'angulation claviculaire* objectivée par l'épreuve des index souligne l'équilibre de la racine du membre supérieur et l'intégrité de ses articulations. *L'appréciation des épines iliaques antéro-supérieures* permet d'évaluer la présence d'une rotation interne fémorale ou d'une torsion hélicoïdale du bassin. *L'examen du plan patellaire* regarde légèrement en dehors et l'axe du fil à plomb placé au milieu de la rotule tombe entre le premier et le deuxième métatarsien. Cet examen permet d'objectiver des torsions tibiales ou des rotations fémorales.

- vue de profil : deux plans de référence peuvent être choisis. *Le plan de gravité* passe par le vertex, la mastoïde, un point un peu en avant de l'odontoïde, l'articulation acromio-claviculaire, L3 en son milieu, et descend un peu en avant de l'axe transversal du genou et de la malléole externe formant un angle de 3° avec le fût tibial. Dans *le plan vertical scapulo-sacré*, l'occiput, le scapulum et le sacrum sont dans un même plan vertical déterminant des flèches cervicale (4 cm chez l'enfant et 6 cm chez l'adulte) et lombaire (très variable chez l'enfant et mesurant 4 cm chez l'adulte). L'épine iliaque antéro-supérieure est à l'aplomb de la symphyse pubienne ; l'angle de déclinaison fémoral est d'environ 12° et les rotules regardent légèrement vers l'avant et le dehors.

4.2 L'équilibre statique et dynamique :

Contrôler sa posture consiste d'une part à adopter une orientation du corps qui soit appropriée ; d'autre part, à maintenir cette posture malgré la présence de perturbations externes (gravitaires et environnementales). Il y aurait deux fonctions dévolues au contrôle postural, à savoir : l'orientation posturale (position des segments corporels les uns par rapport aux autres et par rapport à l'environnement) et la stabilisation posturale (maintien de la posture globale autrement dit l'équilibre...). Le contrôle de l'équilibre est sous-jacent à la plupart des activités motrices : il permet de lutter contre la gravité et organise le mouvement de façon efficace.

4.2.1 Définitions :

Le corps humain au repos n'a pas l'immobilité d'une colonne sur sa base : il oscille constamment, de sorte qu'une régulation de l'équilibre s'impose. L'être humain est contraint de rechercher un nouvel équilibre à chaque instant ; il est constamment en situation de déséquilibre, même au repos. Cette certitude remet en cause les définitions énoncées par Bricot et Bourdiol (voir pages précédentes) : leurs descriptions ne sont valables que si l'on supprime la composante temporelle (la posture d'un individu donné prise à l'instant T n'est pas superposable à celle de l'instant T+1). Il s'agit là encore d'une représentation simpliste permettant de donner quelques bases de travail sur la stabilité ou plutôt l'instabilité du corps humain.

4.2.1.1 Rappel de physique [26]:

Pour qu'un corps rigide reposant sur un plan horizontal soit en équilibre, deux conditions doivent être réunies :

- la résultante des forces, réaction du plan horizontal et forces gravitaires mêlées au poids du corps, doit être égale à zéro ;
- la somme des moments de ces forces, relativement au centre de gravité, doit être nulle.

Dans ces conditions, le centre de pressions et la projection au sol du centre de gravité se trouvent en un seul et même point. Si la projection du centre de gravité trouve sa place à l'intérieur de la surface d'appui, l'équilibre est établi. Dans le cas contraire, le déséquilibre entraîne la chute du corps considéré.

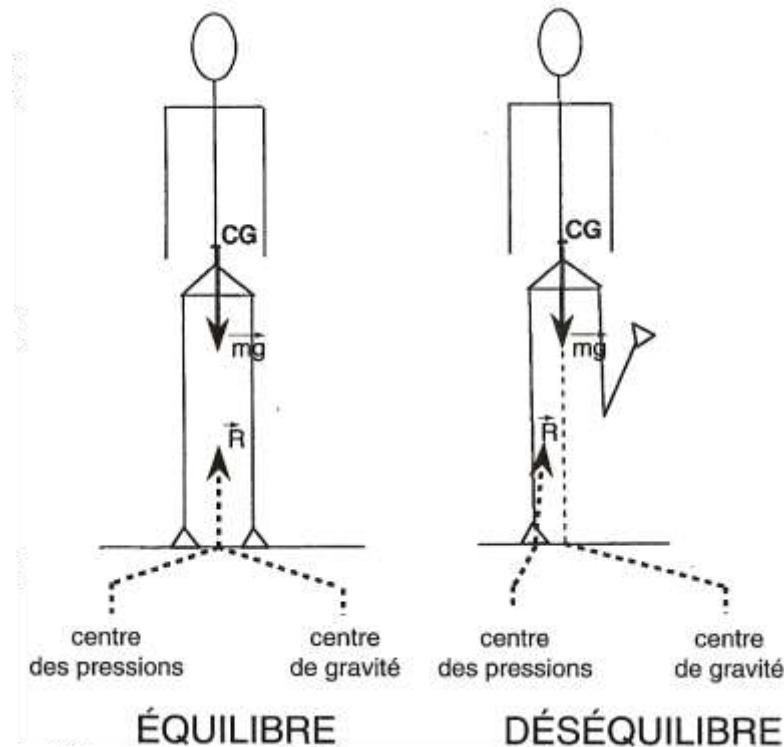


Figure 53 - Situation d'équilibre en position bipodale et de déséquilibre en situation unipodale (d'après Bril 1996)

4.2.1.2 Application au corps humain :

L'équilibre est la fonction qui permet le maintien de la posture en dépit des circonstances contraires qui tendent à la perturber ; il peut s'agir de contraintes extérieures au sujet (contraintes subies) ou internes au sujet (mouvement volontaire). Elle est le résultat d'une fonction plurimodale comprenant un certain nombre de récepteurs sensoriels qui adressent, grâce à des afférences plus ou moins spécialisées, des informations au système nerveux central. Ces informations sont intégrées dans presque toutes les structures du système nerveux central lesquelles, grâce à leurs voies efférentes, vont moduler le tonus musculaire pour permettre les adaptations posturales nécessaires au maintien de la posture ou à l'harmonie des mouvements. L'équilibre permet d'assurer une distribution harmonieuse du tonus musculaire pour le maintien d'une posture donnée (équilibre statique) et de répondre aux exigences de déplacement volontaire ou subi (équilibre dynamique).

L'équilibration est la fonction par laquelle un homme ou un animal maintient à tout moment son équilibre, tant au cours des mouvements qu'à l'état d'immobilité ; elle permet de prendre

diverses attitudes, de marcher sans tomber et de conserver l'orientation habituelle du corps. D'un point de vue plus technique, elle définit l'ensemble des actions qui contrôlent la situation du centre de gravité du corps par rapport au polygone de sustentation. Cependant, la force exclusive opposée au poids corporel, réglant la position du centre de gravité par rapport au polygone de sustentation, est déterminée par la pression de la zone d'appui. L'exacte définition de la fonction d'équilibration est donc le contrôle de la position du centre de pression de l'appui corporel par rapport au centre de gravité. Elle a pour but de faire coïncider sur un axe vertical la force de pesanteur corporelle avec la force de réaction du plan de sol appliqué à la sole plantaire (on parle de centre des pressions). L'équilibration est en fait une oscillation permanente.

L'équilibre statique : en orthostatisme (situation de contrôle postural simple), le corps humain est souvent assimilé à l'image du *pendule inversé oscillant* autour de ses chevilles, dont la masse serait située au centre de gravité du sujet et dont le centre de gravité se projetterait au sein du polygone de sustentation. Pour garder cet équilibre, il faut évaluer la pression au sol (le capteur de forces est ici le capteur podal) et les variations angulaires au niveau céphalique (l'analyse optocinétique est assurée par le complexe oculo-vestibulaire). La rigidité est une condition *sine qua non* assurée par le tonus musculaire antigravitaire [50].

L'équilibre dynamique : lors du mouvement, le corps humain se comporte comme un *mobile segmentaire*, dans lequel, le centre de gravité a tendance à se projeter en dehors du polygone de sustentation et/ou dans lequel le polygone de sustentation est déplacé ou déformé. Le maintien d'un tel système passe par sa mobilité (assurée par la contraction musculaire), l'évaluation des variations angulaires entre les différents segments et la force des moteurs (les mécano-récepteurs jouent le rôle de goniomètres et de potentiomètres). Le corps est comparé à une *superposition de modules articulés* des pieds à la tête. Chaque module est lié au suivant par un groupe de muscles et possède sa propre régulation - centrale ou périphérique - afin de maintenir la position de référence du module. L'équilibre dynamique est le maintien de l'équilibre lors de déplacements et/ou de déformations du polygone de sustentation. Le système postural apparaît comme un système pluri-articulaire, dont l'objectif est, d'une part, de stabiliser certains paramètres fondamentaux dans le maintien de l'équilibre, d'autre part, d'effectuer les mouvements de correction nécessaires pour y parvenir en cas de perte de l'équilibre [50].

4.2.2 Moyens d'exploration de l'équilibre postural (techniques instrumentales) [53] :

Les techniques visant à analyser la façon dont un individu maintient la position orthostatique et s'équilibre lorsqu'il bouge ou se déplace doivent tenir compte de la complexité physiologique de l'individu ; il ne peut s'agir que de *méthodes globales* s'intéressant à l'individu dans son ensemble ou du moins à la résultante des fonctions. Ces techniques permettent d'apprécier de façon objective (critère le plus important) la manière dont un individu sain ou pathologique maintient une posture donnée et se déplace dans un environnement donné.

La posturographie statique évalue les oscillations en un temps donné d'un sujet debout, par les déplacements du centre de pression des pieds. La posturographie dynamique permet d'étudier les réactions de rattrapage de l'équilibre consécutives à une déstabilisation quantifiée. Cette évaluation est effectuée par EMG de surface, lors d'un mouvement de bascule du support, unique et brutal, ou par le recueil des déplacements du centre de pression des pieds, lors d'oscillations durables de fréquence faible du support. Ces programmes, qui ont été appliqués à diverses populations (enfants, adultes, sujets âgés, sportifs, patients atteints de pathologie du ressort de l'ORL, du neurologue ou du rééducateur fonctionnel), confirment la complémentarité des tests proposés ; en effet, le bilan nécessite l'ensemble des tests pour juger de la performance de la fonction d'équilibration : test pour le rôle de la vision, test pour celui de la somesthésie et test pour les afférences visuelle, somesthésique et vestibulaire, ainsi que pour la détermination des stratégies d'équilibration en réponse à la perturbation.

4.2.2.1 Analyse statique :

Les techniques étudiant l'équilibre statique sont parfaitement au point et s'utilisent quotidiennement en clinique pour l'analyse de la posture. La plupart de ces techniques visent à apprécier quantitativement la sortie du système de régulation de la posture, c'est-à-dire, les mouvements du corps en équilibre orthostatique sur une base plane et stable.

- les plates formes de forces électro-dynamométriques : le patient est invité à rester debout immobile sur une plaque indéformable qui repose sur des capteurs de forces rigides appelés jauges de contraintes. Le système est susceptible d'analyser la composante verticale de la force résultante, appliquée par le corps de l'individu sur la plate-forme. Il nous donne ainsi la position du centre de pression plantaire, qui est le reflet direct du centre de gravité du sujet. Le conditionnement du signal offre une représentation graphique linéaire (le stabilogramme sépare les oscillations antéro-postérieures des oscillations droites-gauches) ou vectographique (le statokinésigramme nous donne les déplacements du centre de gravité du sujet pendant un temps donné) des oscillations du sujet. Il calcule aussi les paramètres caractéristiques de l'équilibre tels que l'amplitude et la fréquence des oscillations, la surface, la longueur et la vitesse du déplacement... Ce type de plate-forme a fait l'objet d'études approfondies par l'*Association Française de Posturologie* pour aboutir à une reproductibilité des mesures : ainsi sont apparues des critères très stricts de fabrication et d'utilisation : les **normes 85** (instaurées en 1985).

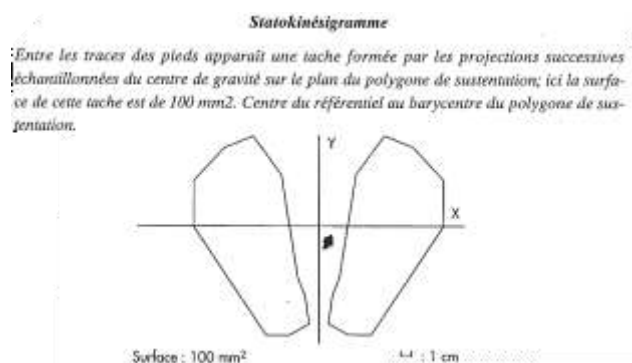


Figure 54 - Exemple de statokinésigramme (d'après Gagey, Dujols et Fouché 1992)

4.2.2.2 Analyse dynamique :

La plupart des techniques s'intéressant à l'analyse de l'équilibre dynamique ne sont pas appliquées, car le matériel est trop cher, trop encombrant et trop complexe. Leur champ d'application est donc réservé à la recherche. La posturographie dynamique apprécie les réactions posturales secondaires à un mouvement transitoire ou continu de la plate-forme ou du sujet.

4.2.2.2.1 Plates-formes :

Les plates-formes de force sont les outils classiques utilisés en posturographie dynamique. Ils ont pour fonction la mesure des forces de réaction du support, qui sont exactement égales et de sens opposé à celles exercées sur ce support par le sujet lui-même. Il en existe de deux types : les plates-formes à jauges de contraintes et les plates-formes à cristaux piézo-électriques. Les secondes ont l'inconvénient de présenter une dérive lors de la mesure et sont réservées aux réponses posturales transitoires et rapides. En outre, il convient de bien choisir la fréquence d'échantillonnage, car plus la fréquence est élevée, plus il est possible d'analyser des fréquences d'oscillations élevées. Elles fournissent des mesures des forces verticales (amplitude de la force résultante et coordonnées du centre de pression) et parfois des forces de cisaillement horizontales.

- les plates-formes servo-commandées (exemple : système équitest® de Nashner) : il est appliqué sur la plate-forme des mouvements d'inclinaison, de translation, voire des mouvements sinusoïdaux que le patient doit contrecarrer pour retrouver à chaque instant un nouvel équilibre. Elles étudient les réactions dynamiques d'équilibration, mais ne préjugent en rien du type d'équilibration utilisé par le sujet.

- les plates-formes mobiles spontanément instables (type SINGER, BACHMAN ou BEGBIE) : elles autorisent les déplacements du polygone de sustentation sous l'effet des mouvements du sujet lui-même. Le sujet est en équilibre instable : le maintien de la posture sur le plateau est difficile, car la fixité de la rotule ou de l'axe de rotation de la plate-forme contrarie les réactions d'équilibration. La chute du sujet ne peut être empêchée qu'en utilisant une butée, un frein, un amortisseur ou un ressort pour ralentir le mouvement et laisser au sujet le temps nécessaire au développement de nouvelles réactions d'équilibration. Le problème majeur réside dans le manque de standardisation des appareils et il faut savoir que les butées fragmentent la continuité des mesures, alors que les freins, amortisseurs ou ressorts limitent la reproductibilité.

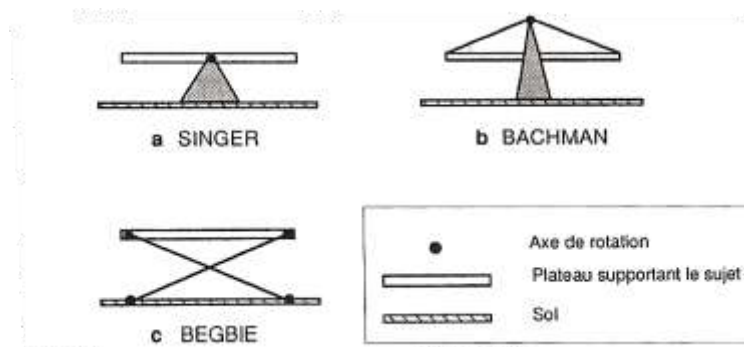


Figure 55 - Les différents types de plates-formes mobiles (d'après Dupui , Montoya, Bessou et Pagès 1996)

- le stabilomètre plan cylindrique (PL DYN® de la société Dynatronic à Valence) : cette plate-forme mobile crée une situation d'équilibre spontanément instable en supprimant les inconvénients de la technique précédente. Le caractère virtuel de l'axe de rotation du stabilomètre assure la mobilité de l'axe dans un plan parallèle au sol, ce qui n'était pas le cas des plates-formes mobiles classiques. Cette technique simple et efficace permet au sujet d'être, comme dans la plupart des actes moteurs de la vie quotidienne, l'auteur de son déséquilibre et l'acteur de sa rééquilibration. Le but annoncé au patient est d'aligner le centre de pression avec son centre de gravité au milieu de la plate-forme en la gardant le plus horizontal possible. Cet appareil apporte de nombreux renseignements sur la physiologie de l'équilibre dynamique : les performances d'équilibration type longueur du parcours, amplitude maximale des oscillations et position moyenne de la plate-forme sont calculées pour chaque individu. L'analyse spectrale des stabilogrammes permet d'obtenir l'énergie totale des oscillations et l'énergie par bande de fréquence. Or, les fréquences des oscillations posturales sont sous-tendues par la longueur et la richesse en connexion synaptique des circuits neuronaux assurant la régulation de l'équilibre dynamique. Elle est un bon moyen d'aide au diagnostic des troubles de l'équilibre dynamique, de suivi des résultats d'une thérapie médicale ou chirurgicale et de guidage d'une physiothérapie.

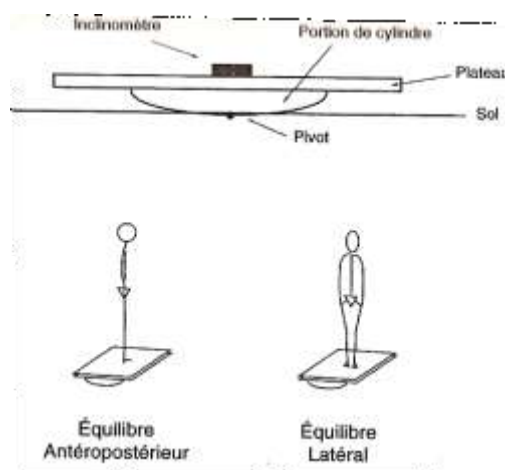


Figure 56 - Principe du stabilomètre plan cylindrique avec enregistrement de l'équilibre antéro-postérieur et de l'équilibre latéral (d'après Dupui, Montoya, Bessou et Pagès 1996)

L'inconvénient des mesures de forces exercées au niveau du support est qu'elles ne permettent pas de connaître la cinématique tridimensionnelle des mouvements du sujet. Le moyen le plus rapide est de mesurer directement les mouvements des différents segments corporels au moyen d'un accéléromètre ou d'un système optoélectronique.

4.2.2.2 Etude cinématique tridimensionnelle :

Ces appareils complexes servent avant tout pour l'étude de la marche.

- l'accéléromètre : les capteurs, désormais légers et sensibles, sont situés sur la peau du sujet en différents points du corps et permettent d'analyser la cinématique tridimensionnelle des mouvements d'équilibre. L'accéléromètre peut être dit simple (mesures effectuées selon un axe) ou tridimensionnel (composé de trois accéléromètres dont les axes sont orthogonaux). Comme pour les plates-formes, les caractéristiques fréquentielles sont à choisir en fonction de l'utilisation qu'on veut lui donner. Certains ont une bande passante qui s'étend jusqu'au continu (souhaitable), d'autres ne passent pas le continu. Leurs avantages sont multiples: ils sont très sensibles, en particulier à haute fréquence, permettent les mesures en différents points du corps et sont moins onéreux que l'optoélectronique. Les limites d'utilisation sont la méconnaissance des positions absolues et des variations angulaires des différents segments corporels. Ces données ne peuvent être recueillies que par l'utilisation de systèmes optiques ou optoélectroniques. En outre, les accéléromètres sont sensibles à l'accélération de la pesanteur. Mais cet inconvénient peut devenir un avantage car les accéléromètres continus peuvent servir d'inclinomètres. La mesure angulaire des segments corporels avec inclinomètre est bien moins onéreuse que par système optoélectronique [3].

- systèmes optoélectroniques : ces systèmes sont basés sur l'enregistrement vidéo de marqueurs réfléchissants et permettent de reconstituer les coordonnées bi ou tridimensionnelles des marqueurs au cours du temps. Le choix du système dépend des conditions d'enregistrement et des moyens financiers à disposition. Ce système nécessite toujours une calibration préalable de l'espace de mesure pour gagner en précision [3].

- le locomètre : cette machine permet d'enregistrer le déplacement longitudinal de chaque pied au cours de la marche soutenue sur une distance de 6 mètres. Les mouvements sont analysés par un micro-ordinateur calculant la longueur de l'enjambée, la longueur du pas, les temps de balancement, d'appui et de double appui, la cadence de la marche, la vitesse de progression et les vitesses moyenne et maximale de balancement du pied. Elle recherche une éventuelle asymétrie spatiale ou temporelle révélateur d'une instabilité du sujet. Elle permet également d'apprécier l'efficacité des thérapeutiques médicales ou chirurgicales ou d'une physiothérapie.

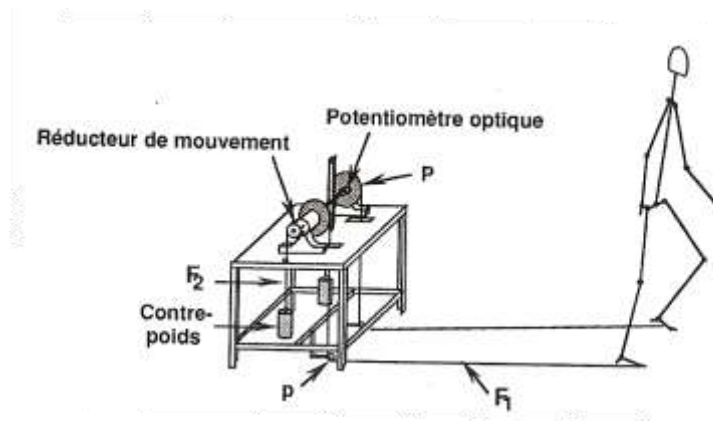


Figure 57 - Représentation schématique du locomètre (F1 est un fil attaché au niveau de l'interligne métatarsophalangienne du pied qui, après réflexion dans une poulie de petit diamètre (p) s'enroule dans une poulie de grand diamètre (P) solidaire de l'axe du réducteur de mouvement ; F2 est un fil qui maintient le contre-poids assurant la stabilité du système) (d'après Villeneuve)

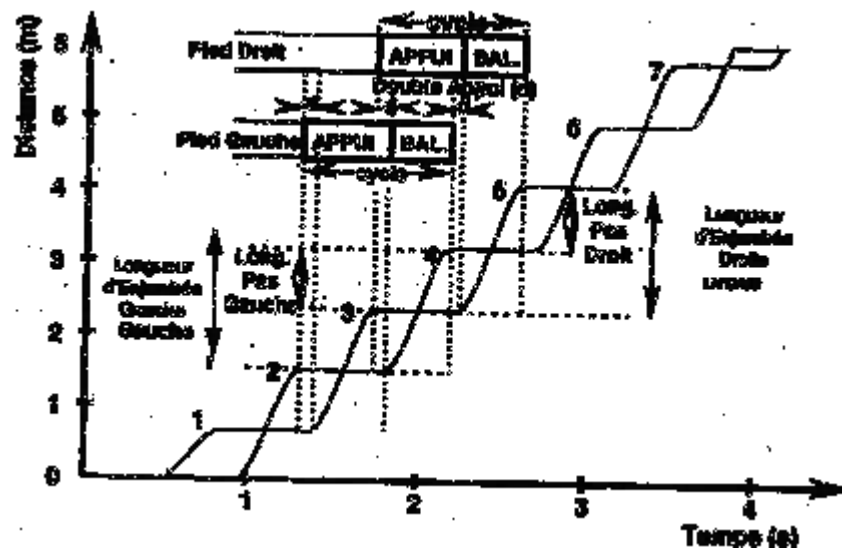


Figure 58 - Représentation des principaux paramètres de la marche sur les traces du déplacement des pieds en fonction du temps lors d'un parcours de 6 mètres (d'après Dupui, Montoya, Bessou et Pagès 1996)

D'autres techniques existent pour apprécier globalement la marche d'un individu. Les capteurs sont installés sur le sujet (goniomètres, capteurs de forces, contacteurs...), sur le parcours (plates-formes de forces, contacteurs...), ou basés sur un système optique (chronophotographie, films à grande vitesse, caméras vidéo, caméras infrarouge...), mais l'appareillage est coûteux, nécessite de vastes locaux et un investissement en temps très important.

4.2.2.3 L'électromyographie :

Cette technique à part permet en situation d'orthostatisme ou de déplacement d'analyser et de quantifier les réactions musculaires mises en jeu lors des réflexes d'équilibration.

4.2.3 Acquisition de l'équilibre chez l'enfant :

4.2.3.1 Différences concernant les techniques de stabilisation posturale chez l'enfant et chez l'adulte [3,10,11,107]:

- *le contrôle postural est moins efficace chez l'enfant* : les oscillations posturales diminuent avec l'âge. Les enfants présentent un retard de maturation qui ne leur permet pas d'utiliser pleinement les informations proprioceptives pour améliorer leur contrôle postural.

- *l'enfant comme l'adulte utilisent les informations visuelles, vestibulaires et proprioceptives comme régulateurs du contrôle postural mais leurs contributions respectives varient avec l'âge de l'individu*. Chez le jeune enfant, la vision joue un rôle prépondérant dans le contrôle postural dans les tâches locomotrices (de 5 à 15 ans).

- *On constate des différences de stratégie de stabilisation de la tête, du bassin et du tronc* au cours de la locomotion ou lors de perturbations environnementales si le sujet est au repos.

4.2.3.2 Mécanisme chez l'enfant sain [11]:

Le développement du contrôle postural chez l'être humain prend de 16 à 18 ans. La maturation des stratégies posturales et leur intégration sensorielle sont particulièrement longues à se mettre en place au cours de l'ontogenèse.

La première étape pour l'enfant, consiste à construire son répertoire de stratégies d'équilibre ; telle que la stabilisation de segments corporels et le mode de couplage des articulations du corps. La seconde étape lui permet d'apprendre à sélectionner les stratégies pertinentes, en fonction de l'activité à exécuter et du contexte environnemental. Sélectionner dans le répertoire la stratégie posturale adéquate, revient à anticiper les conséquences du mouvement afin de préserver l'équilibre postural et l'efficacité du geste. L'enfant doit anticiper sur la base d'une mémoire sensori-motrice qui évolue avec l'âge. Pour anticiper, le cerveau s'appuie sur des représentations internes des caractéristiques corporelles ou environnementales et de leurs interactions qui servent de base au développement de la fonction d'anticipation. Chez l'enfant, les représentations internes (représentation du mouvement, schéma corporel, répertoire de stratégies posturales et modèles internes) se construisent peu à peu à partir de ses actions, de son expérience sensori-motrice, de ses apprentissages et de ses adaptations à de nouvelles contraintes. Elles sont à la base du développement de la fonction d'anticipation améliorant la coordination posture-mouvement et l'optimisation du geste. Ces représentations

internes sont lentement élaborées et sont matures relativement tard en ce qui concerne le contrôle de l'organisation spatio-temporelle de l'anticipation (10/12 ans).

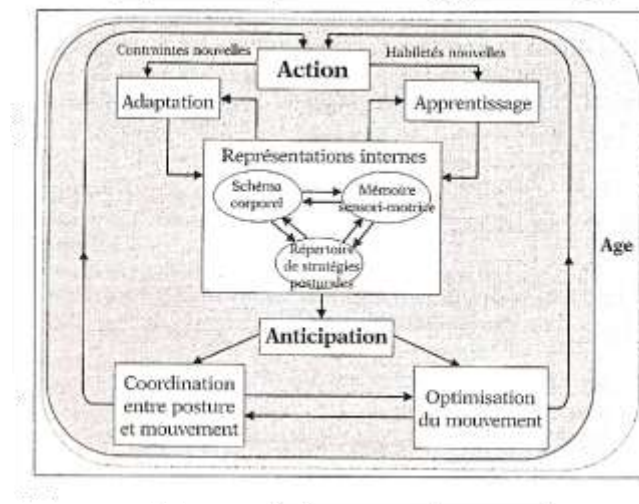


Figure 59 - Construction chez l'enfant des représentations internes qui servent de base aux processus de sélection et d'anticipation, essentiels pour élaborer une motricité finalisée et intégrée dans son environnement (d'après Assaiante 1999).

Le développement moteur consiste en l'acquisition progressive de la *fonction de coordination* entre posture et mouvement, de la *fonction d'anticipation* qui permet de prédire les effets perturbateurs liés au mouvement sur la base d'une représentation interne et de la *fonction d'adaptation* qui permet de prendre en compte le contexte environnemental dans lequel se déroule l'action.

Les diverses stratégies d'équilibre reposent sur deux principes fondamentaux : le *choix d'un référentiel stable* (implique la stabilisation d'un segment corporel) autour duquel s'organise le contrôle de l'équilibre et la maîtrise progressive des degrés de liberté des articulations de notre corps. Le contrôle de l'équilibre implique, en outre, une maîtrise de l'organisation temporelle des stratégies d'équilibre. Cette organisation peut être soit ascendante (des pieds à la tête), soit descendante (de la tête aux pieds) en fonction du choix du référentiel stable. Deux modes de fonctionnement des segments corporels y sont associés : en bloc ou articulé [10].

Certaines études ont mis en évidence une discontinuité dans le développement du contrôle de l'équilibre locomoteur. Cependant, une récente étude (Mallau, Viel, Vaugoyeau et Assaiante 2006) n'a pas révélé de transition nette entre 5 et 15 ans en ce qui concerne l'évolution des contributions sensorielles au contrôle postural : il ressort de cette étude que la vision joue un rôle prépondérant pour le contrôle de l'orientation et de la stabilisation du corps chez les enfants de 5 à 15 ans. Il y aurait une sur-utilisation des informations visuelles afin d'orienter et de stabiliser le corps en réponse à des oscillations lentes du support. En ce qui concerne la contribution proprioceptive, les résultats suggèrent que l'utilisation de ces informations est particulièrement lente au cours de l'ontogenèse. La maturation des stratégies posturales en réaction à des perturbations imposées du support, et l'intégration sensorielle, opèrent selon

des processus graduels et linéaires. Les études ayant apporté la preuve d'une discontinuité dans l'acquisition du contrôle de l'équilibre auraient été réalisées dans des conditions plus dynamiques. Plus simplement, le développement est linéaire en ce qui concerne le maintien postural à l'état statique et non linéaire en ce qui concerne la locomotion.

Une première hypothèse est avancée pour tenter d'expliquer ces différences : elle porte sur le degré de difficulté. En effet, l'oscillation lente du support utilisé dans l'étude de Mallau, Viel, Vaugoyeau et Assaiante ne représente pas une difficulté d'équilibre majeure (contrairement à la marche sur support étroit). La participation des informations vestibulaires ne seraient pas déterminantes et interviendraient peu dans le contrôle de l'équilibre aux fréquences utilisées. Il convient de préciser que la stratégie de stabilisation de la tête sur l'espace n'est pas linéaire. Elle émerge à partir de 7 ans dans les situations d'équilibre précaire et disparaît vers l'adolescence. Ainsi, le déficit d'utilisation des informations vestibulaires chez les adolescents ne se traduit pas par une moindre performance du fait de la simplicité de la tâche.

Une seconde hypothèse porte sur le fait qu'il est plus aisé pour les jeunes enfants d'anticiper les conséquences de perturbations posturales causées par leurs propres actions que par des perturbations extérieures. La fonction d'anticipation évoluerait de façon non linéaire au cours de l'ontogenèse.

4.2.3.2.1 L'acquisition de la marche autonome : 12 mois à 18 mois environ [11] :

L'indice d'ancrage permet de savoir si un segment donné est plus stable par rapport à l'espace ou par rapport au segment anatomique sur lequel il est inséré. Cet indice renseigne sur le référentiel utilisé pour stabiliser un segment donné. C'est un indice borné entre +1 et -1. Le signe renseigne sur la stratégie de stabilisation utilisée : un indice d'ancrage positif indique que le référentiel utilisé pour stabiliser ce segment est l'espace, alors qu'un indice d'ancrage négatif correspond à une stabilisation du segment sur le segment sous-jacent. Sa valeur renseigne sur la « force » de l'ancrage : plus l'indice tend vers les bornes, plus le segment est stabilisé sur l'espace ou sur le segment sous-jacent. On découvre ainsi que la stabilisation du bassin sur l'espace se fait dès la première semaine de marche autonome. Elle apparaît comme un pré-requis nécessaire à la marche et un référentiel postural de base. La stabilisation du bassin est assurée avant le lever du pied vers les six mois d'apprentissage chez tous les jeunes marcheurs (l'activité du muscle stabilisateur de la hanche démarre avant que le talon ne décolle). La stabilisation des épaules, sur l'espace ne se fait qu'au bout de 2 mois et la stabilisation de la tête sur l'espace ou sur le tronc n'apparaît qu'après 12 mois d'expérience. On constate l'évolution ascendante de la maîtrise des degrés de liberté des articulations du corps du bassin vers la tête chez l'enfant, mais aussi descendante du bassin vers les pieds puisque la stabilisation du bassin est assurée avant le lever du pied. Chez le marcheur débutant, il existe donc une *organisation temporelle du contrôle de l'équilibre centrée sur le bassin*.

L'acquisition de la marche autonome entraîne un changement de contrôle postural lorsqu'il s'agit pour le jeune enfant de conserver son équilibre en dépit de perturbations latérales sinusoïdales appliquées au support sur lequel il est assis. En effet, le bébé non marcheur ne peut anticiper les oscillations de la plate-forme que ce soit au niveau lombaire ou nuchal (retard des EMG par rapport aux mouvements de la plate-forme). Les perturbations provoquées lui

font perdre l'équilibre et le font basculer. Le bébé marcheur est entraîné, de par la marche, à stabiliser son bassin dans l'espace et se révèle capable d'anticiper au niveau lombaire les perturbations du support (avance des EMG par rapport aux mouvements de la plate-forme). En revanche, l'anticipation des mouvements de la plate-forme au niveau nuchal avec contre-rotation au niveau de la tête ne s'opère que chez l'adulte. La double contre-rotation assure ainsi à l'adulte une parfaite stabilisation posturale. L'acquisition de la marche autonome est caractérisée par une organisation temporelle de l'équilibre centrée sur le bassin. C'est un élément majeur dans la maîtrise des perturbations externes posturales.

La vision joue un rôle prépondérant pour le contrôle de l'orientation et de la stabilisation du corps au cours des acquisitions motrices majeures [10].

4.2.3.2.2 Première période charnière : 7 ans [11, 107] :

L'évolution du contrôle de la tête lors de la marche se fait vers 7/8 ans : en effet, les enfants de 3 à 6 ans se servent en majorité à 53% d'une stabilisation de la tête sur le tronc. A 6 ans, on assiste à une régression apparente où l'enfant présente une très forte tendance à stabiliser la tête sur le tronc uniquement lorsque les conditions d'équilibre deviennent difficiles. Et c'est subitement vers 7/8 ans que l'enfant adopte la stratégie de stabilisation de la tête sur l'espace à 33% (il ne subsiste plus que 28% de stratégie sur le tronc). A contrario, l'adulte utilise à 80% la stratégie de stabilisation sur l'espace. On observe donc bien un tournant dans son évolution vers 7 ans : l'enfant devient capable de libérer l'articulation du cou, passant d'un fonctionnement en bloc, à un fonctionnement articulé de l'ensemble tête-tronc. Cette stabilisation de la tête sur l'espace sert de base à une organisation descendante du contrôle de l'équilibre. Ces changements amènent une nette amélioration des performances de stabilisation posturale aux environs de 7 ans.

Il y aurait une négligence des informations périphériques visuelles vers l'âge de 7 ans. Leur contribution augmentera de nouveau vers 8/9 ans jusqu'à l'âge adulte. Les informations proprioceptives améliorent peu le contrôle postural jusqu'à l'âge de 15 ans à cause d'un retard de maturation.

4.2.3.2.3 Deuxième période charnière : l'adolescence [11] :

Cette période est caractérisée par des changements morphologiques rapides et massifs à l'origine d'une disproportion temporaire avec maladresse passagère. Cette *détérioration provisoire du schéma corporel et de l'image du corps* a des conséquences sur les représentations internes du mouvement et affecte donc les fonctions d'anticipation et de coordination (bases du contrôle postural). C'est pour cette raison, que l'amortissement et le mode de stabilisation segmentaire de l'adolescent sont différents de ceux des adultes. *Les adolescents ancrent leur bassin sur le support, tandis que les adultes stabilisent le bassin sur l'espace* et les adolescents n'ont, au niveau du bassin, aucun amortissement de la perturbation.

Les différences se retrouvent aussi au niveau des segments supérieurs : la stratégie de stabilisation sur l'espace est moins bien maîtrisée chez l'adolescent. En outre, la stratégie de stabilisation de la tête sur l'espace disparaît à l'adolescence (en ce qui concerne la composante de roulis du moins). Les adolescentes, elles, stabilisent mieux les segments supérieurs que représentent la colonne, les épaules et la tête sur l'espace que les garçons. Cette constatation suggère que la maturation de la stabilisation segmentaire semble être plus avancée chez les filles que chez les garçons. Les mécanismes de la commande posturale sont donc bien toujours en cours de maturation pendant l'adolescence.

De plus, *la vision joue un rôle prépondérant* pour le contrôle de l'orientation et de la stabilisation du corps. En effet, la perturbation du schéma corporel le conduirait à négliger son système proprioceptif en pleine mutation afin de se référer à d'autres systèmes sensoriels moins perturbateurs car moins perturbés. Une diminution de la dépendance à l'égard du champ visuel s'opère avec l'âge. Cette diminution n'est pas linéaire et l'on aurait même des pics de dépendance à 15 ans chez les filles et 17 ans chez les garçons.

En outre, on assiste à une régression passagère dans le développement du contrôle moteur avec apparition d'un mode de contrôle rétroactif et non plus anticipé qui durera le temps de l'adolescence.

4.2.4 Stratégies d'équilibration :

Les stratégies mises en place pour trouver et conserver l'équilibre sont multiples et ne cessent de varier avec l'âge. Il existe des *référentiels stables multiples*, qui agiraient en alternance ou de concert, en association avec un fonctionnement en bloc ou articulé des segments corporels, pour permettre l'organisation temporelle la plus efficace du contrôle de l'équilibre en cours de mouvement.

De récentes études tendent à prouver la *coexistence précoce de stratégies motrices* des plus simples aux plus complexes. C'est seulement la fréquence d'utilisation de chaque stratégie qui semble évoluer au cours de l'enfance. En effet, en bloquant l'articulation du genou d'enfants de 3 ou 4 ans, (situation d'adaptation à court terme), Assaiante (1999) a démontré l'augmentation de la stabilisation des épaules sur l'espace. Cette stratégie est déjà engrammée dans le SNC à cet âge (la stabilisation de la tête sur l'espace viendra plus tard vers 7ans). Le SNC est donc doué d'une plasticité qui lui permet de changer de référentiel à court terme afin de maintenir l'équilibre locomoteur. Au cours de l'ontogenèse, la croissance musculo-squelettique et la maturation du SNC sont deux acteurs majeurs dans l'évolution du contrôle moteur. Cette étude confirme aussi la progression ascendante de la maîtrise des degrés de liberté des différentes articulations au cours de l'ontogenèse.

En ce qui concerne les stratégies pluri-articulaires du contrôle postural, en situation statique ou quasi-dynamique, on a mis en évidence chez l'homme sain un répertoire limité de stratégies fondamentales. Ces stratégies ont été mises en évidence en perturbant le support au sol (diminution de surface ou mouvement horizontal).

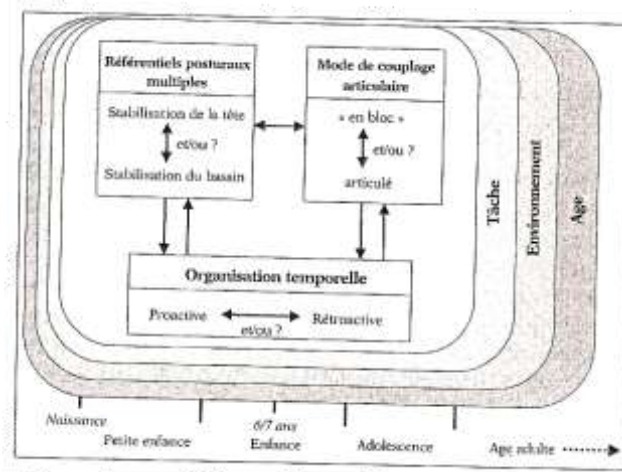


Figure 60 - Schéma du développement des stratégies d'équilibre basées sur les deux principes fonctionnels (référentiel corporel stabilisé et mode de couplage des articulations du corps) et sur la maîtrise du réglage temporel entre posture et mouvement (d'après Assaiante 1999).

4.2.4.1 Choix du référentiel du contrôle postural [10] :

S'agissant de la locomotion (et de beaucoup d'autres activités posturo-cinétiques), le contact avec le sol est intermittent. Il est donc nécessaire de stabiliser au moins un segment anatomique, constituant une référence autour duquel le mouvement va se construire.

- le bassin : meilleur contrôle du centre de gravité ;
- la tête : meilleure utilisation des informations visuelles et vestibulaires ;
- le bassin et la tête : pour les tâches les plus difficiles.

Le choix du référentiel corporel, de même que le mode de couplage des articulations (voir ci-dessous) dépend des contraintes dynamiques liées au geste à accomplir, de l'environnement et des caractéristiques de l'individu du fait de son âge.

4.2.4.2 Mode de contrôle de la posture érigée ou mode de couplage articulaire (selon Nashner 1985) [3,10] :

Les différents segments corporels peuvent être contrôlés de façon plus ou moins indépendante selon la stratégie mise en place: la stabilisation de la tête peut se faire sur le tronc ou sur l'espace :

- la stratégie en bloc (« strap-down strategy ») : elle consiste à bloquer les articulations afin de minimiser le nombre de degrés de liberté à contrôler simultanément au cours du mouvement ;

- la stratégie articulée (« stable-platform strategy ») : elle revient à contrôler de façon indépendante les différents couples de segments anatomiques consécutifs et nécessite la maîtrise des degrés de liberté de l'articulation correspondante.

Ce contrôle multi-articulé du corps implique la maîtrise des paramètres temporels permettant, soit de manière anticipée, soit de manière rétroactive, une coordination efficace entre posture et mouvement, ainsi qu'une organisation temporelle appropriée des différents segments anatomiques mis en jeu.

Au cours de la marche, l'orientation de la tête peut être stabilisée par rapport à la direction du regard, par rapport à la verticale gravitaire ou par rapport au tronc. L'orientation par rapport à des référentiels extérieurs et la stabilisation d'un module comme la tête revêtent une fonction essentielle : celle de permettre une évaluation des perturbations de la posture et de l'équilibre par rapport à un référentiel stable. De plus, la stabilisation de la tête sur l'espace pendant la marche est à la base d'une organisation descendante des différents mouvements segmentaires de la marche, révélant un mécanisme anticipateur dans le contrôle de l'équilibre locomoteur.

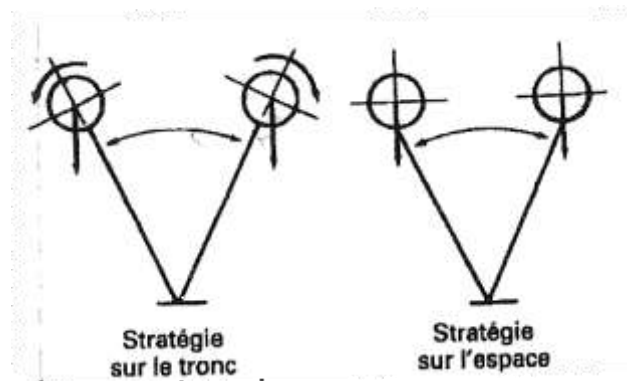


Figure 61 - Deux stratégies de stabilisation de la tête: sur l'espace ou sur le tronc (d'après Nashner 1985)

4.2.4.3 Stratégies motrices [3]:

Il faut distinguer deux types de stratégies motrices au service du contrôle postural statique et dynamique :

- les stratégies de stabilisation segmentaire : elles sont au service de l'immobilisation du référentiel sensoriel porté par le segment stabilisé ;
- les stratégies multisegmentaires de rééquilibration : elles ont pour but d'éviter la chute en maintenant la projection au sol du centre de gravité à l'intérieur de la surface d'appui, en cas de perturbation de l'équilibre.

Ces deux stratégies sont susceptibles de présenter des déficits pour raison biomécanique ou neurologique. Leurs déficits peuvent être aisément évalués par le calcul de l'indice d'ancrage segmentaire ou par la méthode des corrélations croisées (respectivement).

4.2.4.4 Stratégies pluri-articulaires [3,168]:

On l'a vu, l'homme n'est jamais en équilibre ; il se stabilise continuellement, c'est-à-dire qu'il tend sans cesse à annuler l'ensemble des forces qui agissent sur sa masse corporelle, sans jamais y parvenir de façon durable. Pour décrire la dynamique de cette stabilisation, on utilise les centres de masse et de pression où s'appliquent les résultantes des forces égales et opposées, dues respectivement à la gravité et à la résistance du sol, lorsque l'homme est debout au repos. En fait, l'équilibre n'est atteint que si deux points sont alignés sur la même verticale. Pour se stabiliser, l'homme dispose de deux tactiques : il peut mobiliser soit son centre de gravité, soit son centre de pression. Chacune de ces tactiques est contrôlée par un ensemble de mécanismes très différents :

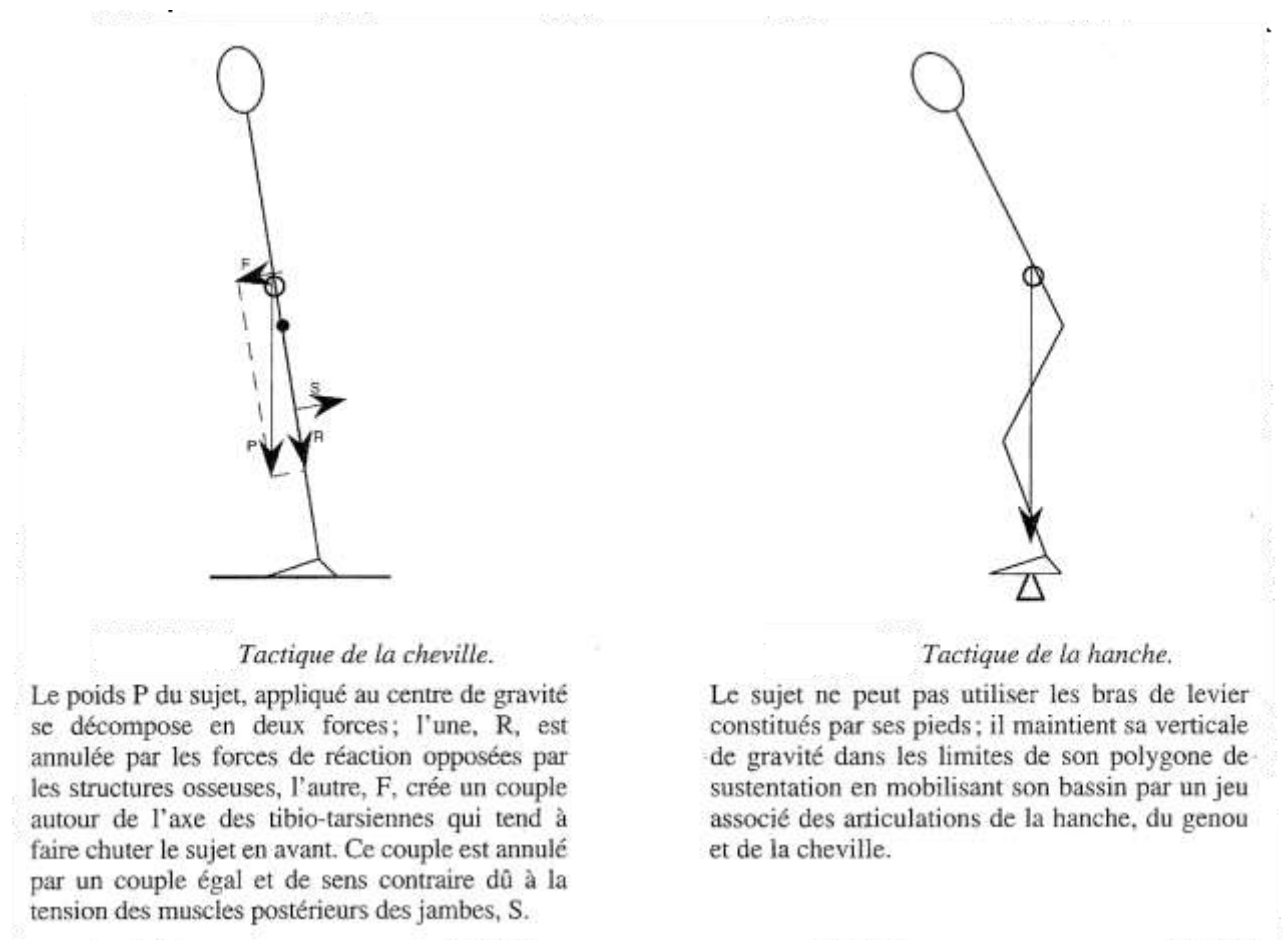


Figure 62 - Tactique de la cheville et de la hanche (d'après Gagey et Weber 1995)

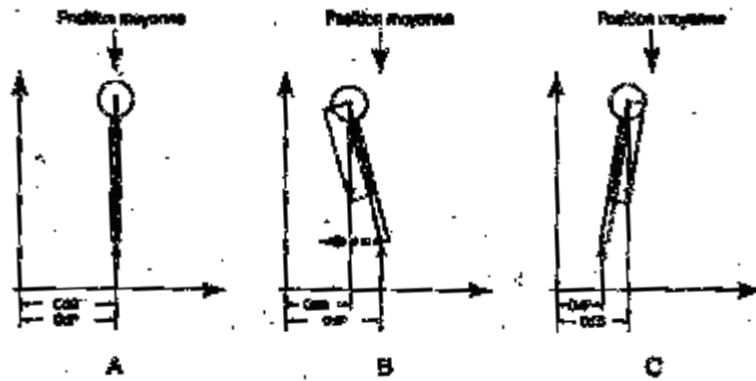


Figure 63 - L'équilibre et les deux tactiques de stabilisation (d'après Gagey, Bizzo, Ouaknine et Weber 2003)

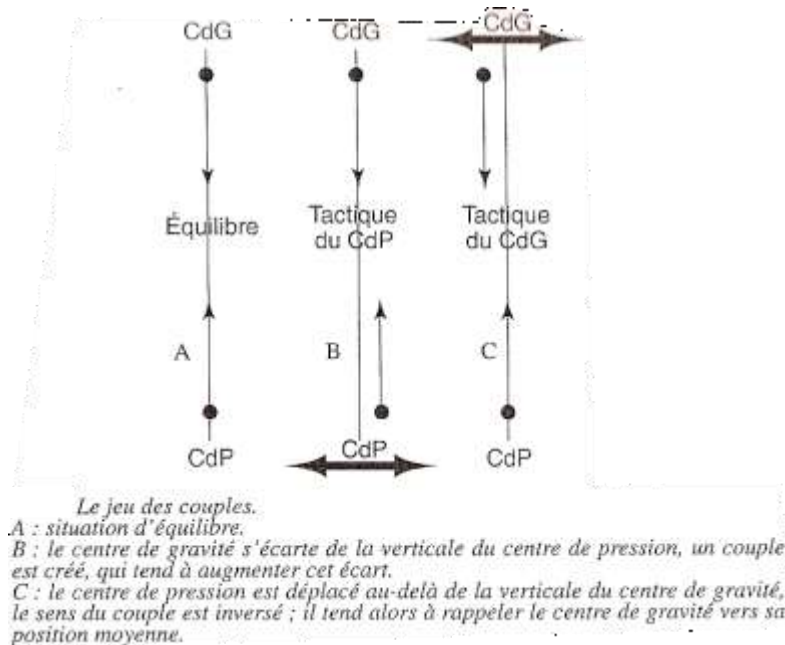


Figure 64 - le jeu des couples (d'après Gagey, Bizzo, Ouaknine et Weber 2003)

- « stratégie de la cheville » ou tactique du centre de pression : si les pieds reposent à plat sur un plan ferme, le bras de levier de l'ensemble du pied peut être utilisé. Son axe de rotation se situe au niveau de la tibio-tarsienne, ses points d'application des forces au niveau de la tubérosité calcanéenne en arrière et de la zone sous-capitale en avant. Le sujet se comporte comme un pendule inversé oscillant autour de l'axe des tibio-tarsiennes et sous-astragaliennes. Cette stratégie est la moins coûteuse en énergie mais cela implique une certaine tolérance du système car l'excursion au sol du centre de gravité est loin d'être négligeable. Comme la verticale de gravité tombe toujours en avant de l'axe des chevilles, le poids du corps crée un couple mécanique autour de cet axe qui tend à faire tomber le sujet en avant. Les muscles postérieurs de la jambe

exercent un couple mécanique égal mais de sens contraire qui empêche cette chute. Du point de vue biomécanique, si l'on suppose que la géométrie du corps est indéformable, le seul moyen de ramener le centre de gravité vers la verticale du centre de pression consiste à déplacer le centre de pression lui-même au-delà de la verticale du centre de gravité pour créer un couple de rappel. Le modèle caractéristique est celui du balai tenu renversé en équilibre sur le bout d'un doigt. Cette tactique, soumise à la contrainte temporelle et très utilisée chez le *sujet jeune* doit son nom de « stratégie de la cheville » à Nashner (1985) qui, lors d'études électromyographiques, pu constater qu'il existait deux stratégies de stabilisation : leur nom provient de l'organisation temporelle des événements musculaires électriques. Lorsque les contractions musculaires débutaient au niveau de la jambe puis gagnaient les parties proximales, ils ont parlé de « stratégie de la cheville ». Lorsqu'elles débutaient au niveau de la hanche et portaient vers les zones distales, ils ont parlé de « stratégie de la hanche ». Cependant, le terme de « stratégie de la cheville » semble impropre du point de vue biomécanique : le centre de pression n'est nullement situé au niveau de la cheville; au contraire, il ne se passerait rien de capital concernant la stabilisation du corps à leur niveau. Les muscles propres du pied pourraient être les principaux responsables de la finesse du contrôle de la posture orthostatique. C'est pour cette raison que Gagey, Bizzo, Ouaknine et Weber (2003) parlent de « tactique du pied » ;

- « stratégie de la hanche » ou tactique du centre de gravité : une flexion plantaire de la cheville est associée à une flexion des hanches, ou inversement, une flexion dorsale de la cheville est associée à une extension de la hanche ; elle minimise l'excursion du centre de gravité. Du point de vue biomécanique, si l'on suppose que le centre de pression est fixe, le seul moyen de déplacer le centre de gravité du corps consiste à modifier sa géométrie par des mouvements de genoux, des hanches et des bras. Le but est de parvenir à une nouvelle position du centre de gravité située à la verticale du centre de pression. Cette stratégie est soumise à la contrainte temporelle puisque le centre de gravité doit se replacer avant que l'ancien centre de gravité ne sorte du polygone de sustentation (moins de huit dixièmes de secondes). Pour satisfaire cet impératif, tout en consommant le moins d'énergie possible, cette stratégie mobilise des segments corporels dont les moments d'inertie sont plus faibles que celui de l'ensemble du corps. La stabilisation par la tactique du centre de gravité requiert donc deux systèmes dont les moments d'inertie sont différents. Les tests cliniques d'antépulsion passive et d'antériorisation active semblent pouvoir déterminer la stratégie utilisée par le sujet. La concordance des mouvements antérieurs de l'épaule et de la hanche est interprétée comme traduisant une « tactique de pied » et leur dissociation comme « tactique de la hanche ». L'utilisation spontanée de cette tactique chez la *personne âgée* semble être un critère postural du vieillissement. Elle est retrouvée chez le sujet jeune lorsque l'appui plantaire est rétréci ou la semelle plantaire anesthésiée. En effet, si les pieds du sujet ne reposent qu'au niveau de la voûte plantaire sur un support transversal étroit, le bras de levier de l'ensemble du pied ne peut plus être utilisé et le sujet adopte une autre tactique. Il mobilise son bassin pour maintenir sa verticale de gravité à l'intérieur des limites de cet étroit polygone de sustentation. Mais on ne sait pas encore si le passage d'une technique du centre de pression à une technique du centre de gravité est brutal ou progressif et s'il peut répondre à un traitement postural ou non.

Le terme de « tactique de la hanche » semble pouvoir être utilisé sans abus de langage dans la mesure où elle concerne une zone assez proche du centre de gravité.

Plus rarement, on trouve note d'autres techniques posturales dont l'utilisation semble limitée aux situations de déséquilibre les plus complexes :

- stratégie verticale ou de genou : elle consiste à abaisser le centre de gravité pour améliorer le contrôle de l'équilibre ;
- le pas en avant ou en arrière : cette méthode est utilisée en cas de déstabilisation très importante ne pouvant être corrigée par l'une ou l'autre des stratégies énoncées ;
- la pose des mains vers l'avant : elle permet de parer à une éventuelle chute en cas d'échec des autres stratégies de rééquilibration et protège l'élément le plus noble du corps humain: le cerveau.

Le choix de la ou des stratégie(s) mise(s) en œuvre (il est possible de combiner plusieurs techniques entre elles) s'opère selon les conditions environnementales, selon l'âge du sujet et selon l'intégrité du système postural et/ou sensoriel. Les patients présentant des lésions vestibulaires bilatérales ne peuvent ainsi plus utiliser la technique hanche. Le patient cérébelleux ne présente plus de synergies axiales, équivalent dans le mouvement volontaire d'inclinaison du tronc.

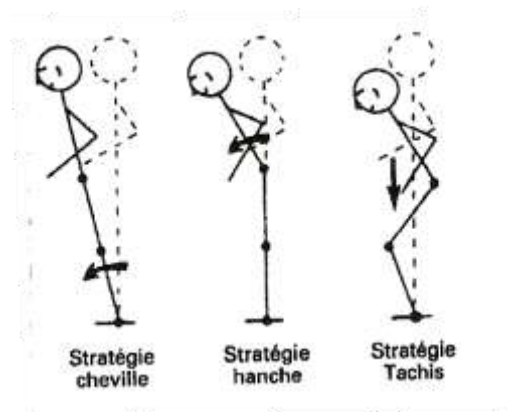


Figure 65 - Principales stratégies posturales dans le plan sagittal (d'après Nashner et Mc Collum 1985)

Tous les sujets, jeunes ou plus âgés, changent de tactique lorsqu'ils ferment les yeux; le contrôle des oscillations posturales devient moins précis (signe de Romberg) et le sujet se penche vers l'avant, comme pour augmenter sa marge de sécurité. Il pourrait donc exister un grand nombre de tactiques posturales changeant selon la situation (tactiques labiles) et pas seulement des tactiques adaptées à l'âge comme les stratégies de hanche et de cheville (tactiques stables). Dans le système de l'équilibre orthostatique, la stratégie vise à maintenir la projection du centre de gravité dans le polygone de sustentation. Plusieurs tactiques remplissent ce rôle: écarter les pieds pour élargir le polygone, écarter les bras pour modifier la

répartition de la masse corporelle, utiliser la tactique de la cheville ou de la hanche selon la situation... La stratégie du système postural fin est de maintenir la projection du centre de gravité dans une zone centrale et réduite du stabilogramme. Les tactiques mises en jeu sont l'utilisation de l'entrée visuelle, la répartition du tonus et des appuis plantaires... Le système postural fin serait alors un sous-système de celui de l'équilibre (conception soutenue par la différence notée sur statokinésigramme entre la surface maximale sans déséquilibre et celle de la station debout immobile) et le mot stabilité orthostatique serait réservé à la finalité de sa stratégie.

4.3 La posturologie :

4.3.1 Rapide historique [24,25]:

Dès le début du siècle dernier, Bell posait le problème que tente de résoudre la posturologie : comment un homme maintient-il une posture debout ou inclinée contre le vent qui souffle sur lui ? Il est évident qu'il possède une aptitude à réajuster et à corriger tout écart par rapport à la verticale. Mais quel sens est-ce donc ? Dès le XIXe siècle, le rôle de la plupart des capteurs qui concourent au maintien de la position érigée, était déjà découvert. L'importance des yeux était mise en évidence par Romberg, la proprioception des paravertébraux par Longet, l'influence du vestibule par Flourens, le "sens" musculaire par Sherrington. La 1ère école de posturographie était fondée en 1890 à Berlin par Vierordt. C'est à Babinski (1899), observant les défauts de coordination entre posture et mouvement chez les patients cérébelleux, que l'on doit les premières données sur les ajustements posturaux associés au mouvement volontaire. Depuis lors, il a été établi, tant chez l'homme que chez l'animal, que le mouvement intentionnel est accompagné et suivi par des phénomènes posturaux. Plus près de nous, le docteur Baron, du Laboratoire de Posturographie à l'Hôpital Ste-Anne à Paris, publiait une thèse, en 1955, sur l'importance des muscles oculomoteurs dans "l'attitude posturale" (travaux confirmés par Da Cunha puis par Roll et col. en 1991). Bien plus récemment le professeur Paillard introduit les concepts de "corps situé et de corps identifié" et les définit comme une approche psychophysiologique de la notion de schéma corporel.

4.3.2 But de la posturologie :

La posturologie est l'étude de la posture, acte moteur automatique et inconscient qui permet à l'homme :

- d'adopter une position érigée ;
- de stabiliser cette position en statique ou en dynamique ;
- d'élaborer la connaissance spatiale du soi par rapport à son environnement.

Elle est le fruit de la mise en jeu d'un système sensori-moteur multimodalitaire complexe.

La démarche pratique en posturologie consiste, au travers d'une analyse clinique et paraclinique rigoureuse du patient, à :

- porter le diagnostic positif d'un syndrome postural, toujours fonctionnel ;
- déterminer par divers tests cliniques le ou les types de capteurs en cause ;
- faire une proposition thérapeutique visant à modifier (restaurer) l'efficacité des capteurs et donc du système postural.

4.3.3 Le posturologue :

Posturologue n'étant pas un titre réservé, cela signifie que n'importe qui peut se procurer un appareil et se dire posturologue. Pourtant, pour interpréter correctement les données, il faut de solides compétences en santé, notamment en anatomie et en biologie humaine.

La posturologie est enseignée dans le cadre de plusieurs disciplines médicales et s'offre souvent comme une formation d'appoint aux spécialistes de la santé diplômés.

Les physiothérapeutes, les podologues, les neurologues, les oto-rhino-laryngologistes, aussi bien que les ostéopathes, chiropraticiens et étioopathes, voire même certains optométristes et dentistes (liste non exhaustive...), peuvent faire appel à la posturologie dans le cadre de leur pratique.

En Europe, il existe quelques associations regroupant les posturologues. Certains praticiens québécois en sont membres. Le corpus des cours, la durée de la formation et les conditions d'admission varient beaucoup d'une institution d'enseignement à l'autre.

Il existe un diplôme inter-universitaire de posturologie clinique coordonné par Lacour établi sur la base de 4 séminaires de trois jours, soit 12 jours (128 heures d'enseignement théorique et 48 heures d'enseignement dirigé) dispensés sur quatre ans et adressé aux:

- docteurs (Médecine, Pharmacie, Odontologie, Sciences) ;
- diplômés 3ème cycle (DEA, DESS) ;
- étudiants 3ème cycle (DES, résidents) ;
- diplômés d'état en exercice paramédical.

Ceci n'est qu'un exemple (pour donner une idée du peu d'implication que nécessite cette formation...) parmi une multitude de formations disponibles.

4.3.4 Le système postural fin :

L'homme se tient debout grâce à un système multi-sensoriel complexe organisé en boucles sensori-motrices de rétro-action qui réalisent un système cybernétique fermé, constitué de capteurs pluri-modaux, de centres supérieurs intégrateurs et d'un effecteur commun: la fibre musculaire rouge tonique du système musculo-squelettique.

Pour décrire cet ensemble fonctionnel, il fallait trouver l'expression la plus adaptée et la plus simple qui soit : le triptyque « système postural fin » fut adopté en 1991. Dans l'état actuel

des connaissances, l'hypothèse du système postural fin est celle qui fournit aux cliniciens le meilleur cadre explicatif de la réalité clinique à laquelle ils sont confrontés. Et bien qu'aucune trace d'un tel système n'apparaisse dans les publications des fondamentalistes, nombre de leurs données expérimentales concernant la physiologie de l'équilibre et de la stabilité vont dans le même sens.

4.3.4.1 Choix des termes [173] :

- système : en tant qu'hypothèse clinique, le système postural fin entre bien dans le cadre de la double définition physiologique des systèmes : en médecine, le mot système désigne un sous-ensemble, fonctionnel et souvent anatomiquement isolé, qui gère une partie de l'économie d'un organisme. Isoler ces sous-ensembles de l'ensemble « organisme » permet d'étudier les rapports dynamiques de leurs éléments en les isolant des interactions auxquelles ils sont soumis et en les organisant par rapport à la fonction qui leur est attribuée. Selon une approche plus globale, un système fait référence à un ensemble coordonné et hiérarchisé de régulations. Le mot semble convenir à la description et/ou à l'étude de l'ensemble biologique complexe que représente la stabilisation de l'homme debout au repos ;

- postural : la définition de posture/postural est assez explicite : « Manière dont on se pose, tient le corps, la tête, les membres... » (Littre). Or, c'est à partir de la station debout que s'organise la posture, au sens le plus général du terme, que celle-ci soit consciente ou inconsciente. L'adjectif postural paraît donc, lui aussi, apte à désigner la système proposé comme faisant partie des régulations qui maintiennent l'homme debout au repos en équilibre. Cependant, il est trop extensif pour désigner particulièrement le sous-système qui ne concerne que l'homme au repos. Et si l'on privilégie la fonction stabilisation de l'homme debout au repos, le terme stabilisateur pourrait être proposé comme substitut à postural. Son domaine physiologique recouvre celui de postural et sous-entend une activité de régulation cohérente avec la notion de système ; le terme postural est plus statique et correspond donc moins à la réalité clinique ;

- fin : dans le langage courant, le sens du mot fin tourne autour de l'idée d'exactitude et de précision. La petite surface du stabilogramme traduit objectivement cette précision. Elle est en moyenne mille fois plus petite que ne l'est la surface totale du polygone de sustentation. Bien sûr, il existe des différences notables entre les individus. On distingue par stabilogramme les individus normalement équilibrés, mais aussi les sujets très équilibrés (gymnastes, acrobates, funambules et tireurs de haut niveau) et les sujets déséquilibrés (anxieux et simulateurs).

L'expression anglo-saxonne utilisée en posturologie pour désigner le système postural fin est « quiet standing control system » qui peu être traduit littéralement en français par les termes « système de régulation posturale de la station debout ».

4.3.4.2 Finalité du système :

Modéliser en ces termes l'appareil de stabilisation de l'homme debout permet d'avancer des explications au sujet de « l'homme qui a du mal à se tenir debout, soit qu'il titube, soit qu'il

souffre dans cette posture » [71]. De plus, aucun système ne peut être considéré comme modélisé tant que sa finalité n'est pas définie. Si la finalité du système postural est le maintien de la position érigée de l'homme soumis à la gravité, celle du système postural fin peut être définie comme la réduction maximale du coût de ce maintien en immobilité comportementale: au repos ou en alerte, dans la limite de 4° d'arc autour de l'axe vertical du corps. La réserve de stabilité que réalise ce programme est illustrée par la différence existant entre la surface du stabilogramme et celle du polygone de sustentation. Elle permet de se mouvoir sans être obligé d'agrandir le polygone de sustentation. L'enfant réduit progressivement son polygone de sustentation et diminue sa consommation d'énergie lors de l'apprentissage de la marche. Stabilisant l'homme debout au repos, sous-système du système postural, ses régulations s'intègrent dans l'ensemble de celles à boucles longues et à boucles courtes, descendantes et ascendantes, de la stabilité et de l'équilibre. La structure qui le supporterait matériellement n'est pour l'instant pas décrite dans son anatomie mais si, la déficience posturale prend racine dans un défaut d'intégration, elle ne tardera pas à nous délivrer ses mystères.

4.3.5 Les capteurs contribuant à l'équilibration :

4.3.5.1 Capteurs primaires :

L'homme se stabilise dans son environnement en utilisant toutes les informations venues de ses organes sensoriels et sensitifs en rapport avec l'environnement.

- les exocapteurs (ou exoentrées) : les exocapteurs du système postural fin sont en relation avec l'extérieur et stabilisent l'individu dans son environnement. Ils sont mobiles les uns par rapport aux autres et par rapport à l'environnement.

- *la vision périphérique*, dite aussi acuité visuelle ;
- *les récepteurs vestibulaires* : canaux semi-circulaires et otolithes (utricle et saccule);
- *les pieds* : la sole plantaire est la base de référence du contrôle de la posture orthostatique

Il est possible de tester l'efficacité de chacun de ces capteurs en annulant progressivement, une par une, les informations qu'ils apportent. Pour annuler l'entrée plantaire, il suffit de se mettre debout sur une plate-forme mobile (type plate-forme de Freeman mais reposant sur une calotte sphérique de grand rayon de courbure pour réduire la fréquence des oscillations). Les informations plantaires ne sont plus du tout les mêmes que lors de la station sur sol ferme. Cependant, il est aisément réalisable de ne se stabiliser sur cette plate-forme qu'à l'aide des informations visuelles et vestibulaires. Si l'on ferme les yeux, la stabilisation devient dès lors plus délicate. Et il est absolument impossible de tenir debout sur cette même plate-forme les yeux fermés, lorsqu'on agite la tête vigoureusement en tous sens. Toute personne, une fois privée des informations sensorielles plantaires, visuelles et vestibulaires tombe rapidement, complètement désorientée.

- les endocapteurs (ou endoentrées) : comme les exocapteurs sont mobiles, il est nécessaire que les centres intégrateurs du SNC soient renseignés en permanence des positions relatives de chacun des capteurs.

- *l'oculo-motricité ;*
- *la proprioception tendino-musculo-articulaire.*

L'œil est mobile dans son orbite alors que le vestibule est fixe au sein du massif pétreux. Le système postural ne peut utiliser les informations de position fournies par ces organes mobiles les uns par rapport aux autres que s'il connaît aussi leurs positions réciproques. Il semble alors normal que l'oculomotricité soit intégrée aux déterminants du contrôle postural : les muscles de l'œil, sans rapport direct avec l'environnement fournissent la position réciproque de la rétine et des l'épithéliums sensibles du vestibule. D'autre part, le pied possède une grande marge de degrés de liberté par rapport à la tête et la situation réciproque de ces différentes pièces squelettiques sera apportée par le système proprioceptif de l'axe corporel tout entier. Ces informations oculomotrices et proprioceptives jouent le rôle de véritables entrées du système postural, mais en lien avec l'espace intérieur corporel.

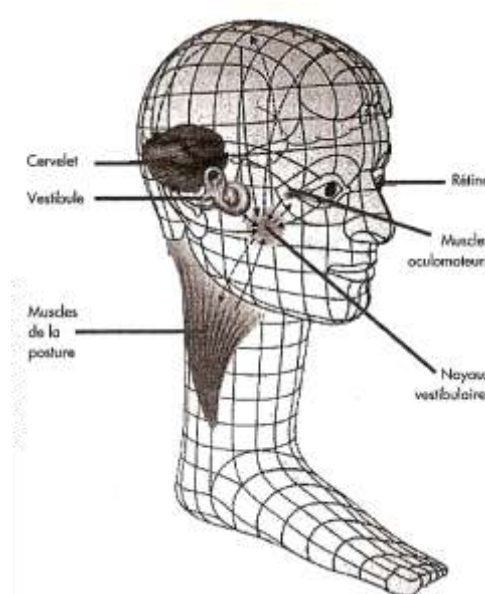


Figure 66 - L'équilibration: système multi-sensoriel complexe (d'après Van Tichelen 1992)

4.3.5.2 Capteurs secondaires :

- *la peau, par le biais des cicatrices :*
- *l'appareil manducateur et les dents :*

Tous ces capteurs sensoriels agissent de concert car les informations posturales qu'ils fournissent de manière individuelle peuvent être ambiguës. Au niveau de l'œil, par exemple,

lorsque la rétine détecte un mouvement de l'environnement, ce glissement rétinien ne peut suffire à préciser s'il est dû à un mouvement corporel, à un mouvement oculaire ou à un mouvement de l'environnement (exemple de l'illusion ressentie lorsque le train de la ligne adjacente démarre). Il en est de même pour les cellules maculaires de l'oreille interne: elles sont incapables de différencier un déplacement des statoconies par inclinaison du corps et par accélération du corps.

Le système postural ne peut décider de la réaction à adopter que par combinaison des informations entre elles. Le contrôle postural est donc le fruit d'une interaction sensorielle. A tout moment, les informations disponibles sont utilisées conjointement, même si elles ne sont pas toutes affectées du même poids selon le sujet, les circonstances et la période considérée.

4.3.6 Justification :

Les afférences d'origine proprioceptive, vestibulaire, visuelle et tactile semblent jouer un rôle prépondérant dans le maintien de l'équilibre chez l'homme puisque plusieurs études ont montré que la perturbation de chacun de ces systèmes affectait l'équilibre :

- une ischémie bloquant les fibres du groupe I provoque des oscillations corporelles d'1 Hz. Des réactions posturales peuvent, en outre, être induites par l'application d'une vibration au niveau de la cheville, par l'activation des fuseaux neuro-musculaires ;

- l'atteinte des fibres du groupe II (dans des cas de neuropathies périphériques) induit une augmentation des oscillations corporelles ;

- une atteinte vestibulaire altère les réactions posturales et les réactions de stabilisation induites par stimulation galvanique bimastôidienne ;

- la déprivation des afférences visuelles entraîne une augmentation des oscillations tant en amplitude qu'en vitesse ;

- le blocage des afférences cutanées plantaires par bloc de conduction hypothermique augment aussi les oscillations et la vibration de zones cutanées plantaires permet d'évoquer des adaptations posturales.

Ces voies ne font pas double emploi : ils n'interviennent pas dans les mêmes situations: les afférences cutanées plantaires jouent un rôle dans le contrôle des oscillations de faible amplitude, tandis que les afférences musculaires interviennent dans le contrôle des oscillations les plus larges.

4.3.7 Pathologies posturales [71]:

4.3.7.1 Sémiologie :

Le patient dit postural est un patient que l'on rencontre de façon quotidienne dans les cabinets médicaux. On le dit instable, vertigineux, lombalgique, cervicalgique, dorsalgique, ou encore

souffrant de douleurs inexpliquées des membres inférieurs. Ses troubles récidivent sans cesse, les traitements médicaux sont inefficaces et aucun des spécialistes consultés n'a pu apporter d'explication et de solution qui puisse soulager ce patient.

4.3.7.2 Etiologies :

L'intégration sensorielle des afférences concourant au maintien de la posture orthostatique peut être défaillante. Cela provoquerait des symptômes type instabilité, sensation vertigineuse et même vertige. Il semble assez logique que ce type de défaillance puisse survenir étant donné le nombre d'informations sensorielles que le système postural doit intégrer en temps réel. Ces informations viennent des rétines, des muscles oculomoteurs des canaux semi-circulaires, des utricules et saccules, des barorécepteurs plantaires, des capteurs cutanés, viscéraux et proprioceptifs de tout l'axe corporel...

Le contrôle moteur verrouillerait les circuits inutiles. Il est confronté à des situations si complexes qu'il ne peut les résoudre qu'en simplifiant sa tâche. Le système est donc simplifié ; une économie de moyens est obtenue par une réduction des degrés de liberté. Les articulations sont toutes verrouillées sauf celle de la cheville autour de laquelle le corps pivote comme un pendule inversé.

Cependant, défaillance d'intégration sensorielle ou verrouillage de circuits moteurs, ces deux hypothèses ne sont pas exclusives et si un défaut d'intégration sensorielle existe bien chez les sujets instables (amblyopies posturales, omissions vestibulaires...), il est impossible d'affirmer que le défaut d'intégration puisse être la seule cause de ces instabilités. En effet, nous ne savons pas tester le fonctionnement de tous les capteurs du système postural de l'homme, le capteur vestibulaire en particulier. Il faut attendre de plus amples recherches sur le fonctionnement des statoconies et des canaux verticaux pour se prononcer sur le sujet.

4.3.7.3 Démarche diagnostique :

Le posturologue tente, à travers sa démarche thérapeutique, de répondre à trois grandes questions :

- le tonus du patient est-il anormalement asymétrique ?
- cette anomalie est-elle en relation avec une information d'origine visuelle, plantaire, vestibulaire, cicatricielle, mandibulaire ou viscérale ?
- peut-on modifier cette asymétrie tonique par la manipulation de l'une des entrées du système postural fin ?

4.3.7.3.1 Entretien clinique:

Il est avant tout indispensable de mener un entretien clinique aussi complet que possible sur :

- les symptômes ressentis par le patient ;
- la date d'apparition des troubles ;
- leur mode évolutif ;

- leur vue, leurs pieds, leur ouïe, leurs cicatrices, leurs dents et leurs problèmes viscéraux (détaillé au chapitre 5) ;
- leur passé pathologique ;
- leur état psychologique actuel (les troubles posturaux entraînent souvent l'apparition de troubles anxio-dépressifs).

4.3.7.3.2 Examen clinique postural par le biais des tests posturaux (non exhaustif) :

Il faut savoir que les tests suffisamment simples pour être utilisés en pratique quotidienne au cabinet, sans perte de temps et moyens disproportionnés, ne sont pas légion. De plus, tous ces tests font encore l'objet d'études : **leur validité n'est pas du tout démontrée** et les avis restent partagés. Malheureusement, les conditions d'examen lors des tests ne sont pas toujours rigoureuses et surtout varient d'une étude à l'autre. Or, **seul un essai clinique randomisé et en double aveugle permet de mettre en évidence et d'affirmer une relation de cause à effet.**

L'examen clinique postural comporte une batterie de tests qui explorent tous le tonus postural du patient. Il semblerait préférable d'étaler l'ensemble de ces examens sur plusieurs séances, car l'examen risquerait dans le cas contraire d'être trop long et trop fatigant. Les derniers tests pourraient être moins bien exécutés, faussant le résultat final. La batterie des tests posturaux serait plus sûre si elle s'étale sur plusieurs rendez-vous et que chacun d'entre eux permet de répéter quelques tests bien maîtrisés par le clinicien (il ne faut pas tous les faire mais pratiquer ceux que l'on maîtrise le mieux).

Avant le début des tests, il faut examiner le tonus postural du patient à la recherche d'asymétries. Il ne faut surtout pas chercher à le manipuler et on doit, pour cet examen, lui faire porter ses prothèses, le cas échéant.

- verticales de Barré de face et de profil [71, 100] :

Le patient est examiné entre deux fils à plomb pointant vers les extrémités du grand axe médian de son polygone de sustentation. Les pieds sont placés sur une plate-forme dédiée à cet usage et le sujet doit rester immobile et détendu, les bras le long du corps et le regard horizontal. De face, l'examineur repère la position du pli fessier, de l'épineuse de L3 et du vertex par rapport au plan vertical sagittal médian intermalléolaire. Si ces repères ne sont pas dans le même plan, il y a anomalie posturale. De profil, le meilleur repère biomécanique est le point où doit se projeter la verticale de gravité, soit en clinique, le bord postérieur de l'apophyse styloïde du cinquième métatarsien. Un fil à plomb aligné sur ce bord postérieur, traverse le milieu de la hanche et de l'acromion et passe un peu en arrière du conduit auditif externe (1 cm). On peut, en regard plongeant, évaluer les rotations axiales du bassin et des épaules (ces effets de parallaxe peuvent modifier l'appréciation des déviations par rapport au plan vertical sagittal médian). **Attention**, ces altérations sont inscrites dans la dynamique du schéma corporel : on les retrouve à l'identique à chaque examen et elles tardent à disparaître après traitement.

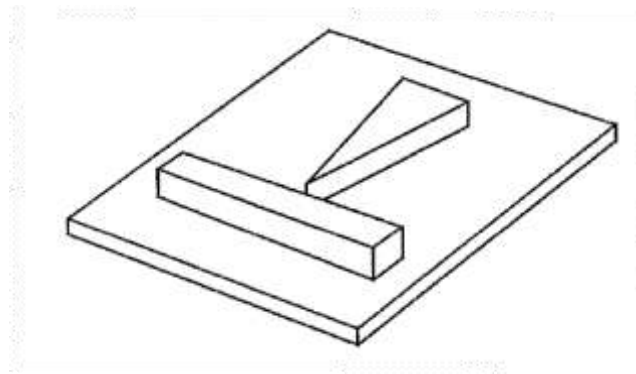


Figure 67 - Plate forme pour l'examen de la verticale de Barré (d'après Legendre-Batier 2006)

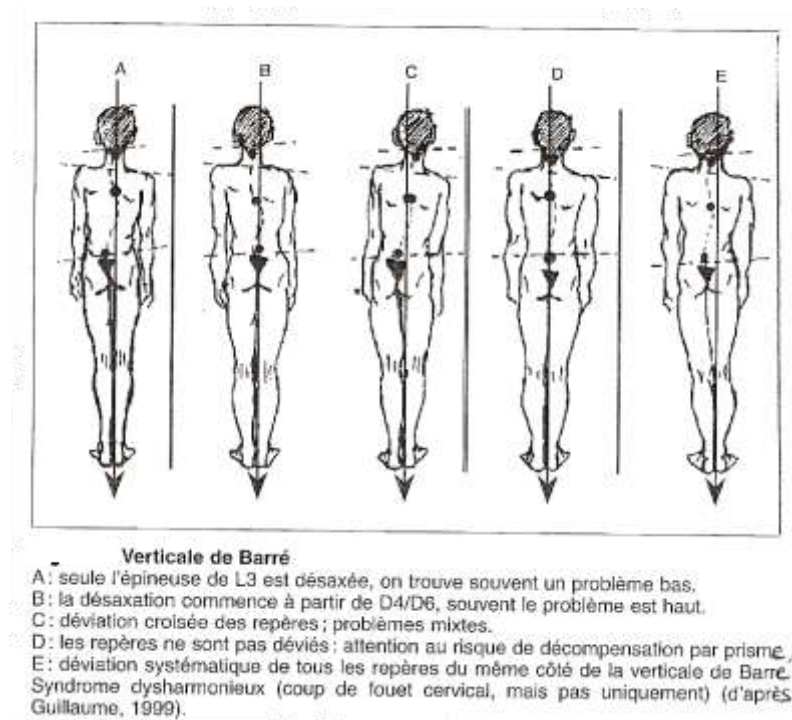


Figure 68 - Examen de l'axe sagittal médian à travers la verticale de Barré (d'après Legendre-Batier 2006)

- harmonie pelvipédieuse, examen au podoscope et relevé d'empreinte [71] :

La position des pièces osseuses du bassin et des membres inférieurs dépend du tonus musculaire. Mais les surfaces articulaires imposent aussi leurs propres axes qui dirigeront les

mouvements des pièces squelettiques. Du coup, un changement tonique peut entraîner une cascade de modifications topologiques, rompant l'harmonie pelvipédieuse (exemple dans le schéma qui suit). Ces déviations élémentaires se corrigent rapidement suite aux manipulations du système postural fin.

Il s'agit de repérer sur le podoscope une tendance valgisante/varisante de l'arrière pied ou un défaut de pronation (zones de pression déportées vers l'intérieur)/supination (zones de pression déportées vers l'extérieur) de l'avant pied. Il est nécessaire de prendre en compte la position du calcaneum qui peut être basculé en avant (pied plat) ou trop vertical (pied creux). Sa position se lit sur la courbure du tendon d'Achille. En outre, il est possible de lire sur le relevé d'empreinte, la rotation de la jambe entre l'axe sagittal du pied et l'axe bimalléolaire. La rotation de la cuisse dépend de la direction du plan de la rotule, évaluée entre le pouce et l'index. Normalement, les pieds parallèles, le plan rotulien est situé un peu en dedans d'environ 4°.

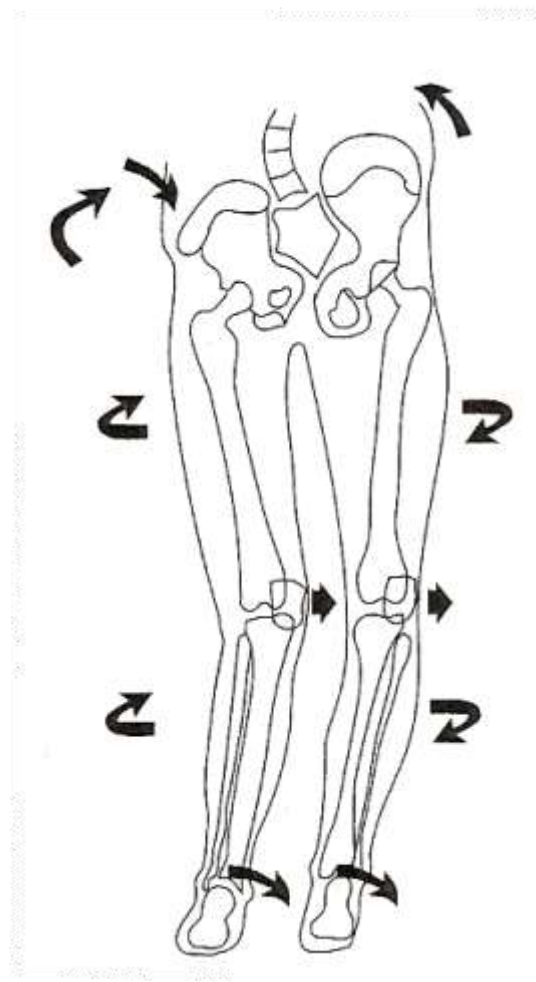


Figure 69 - Cascade élémentaire de déviations de l'harmonie pelvipédieuse (d'après Gagey et Weber 1995)

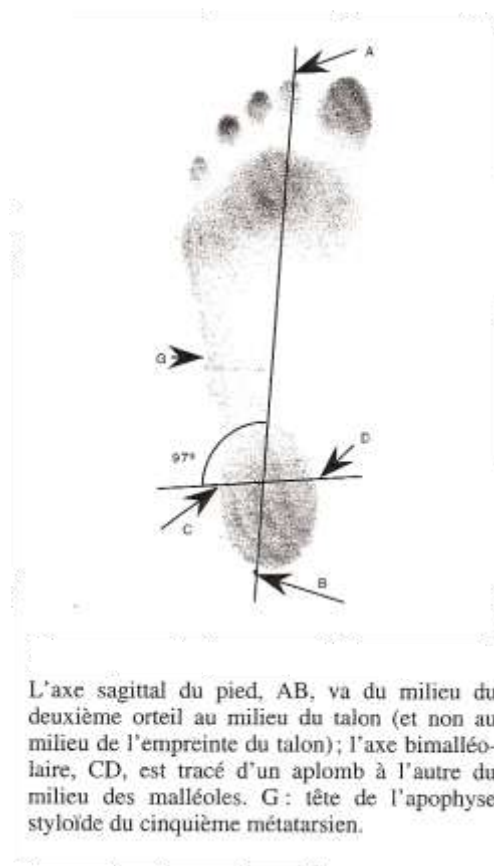


Figure 70 - Empreinte plantaire et ses repères (d'après Gagey et Weber 1995)

- Romberg postural [71]:

On examine le sujet debout, talons joints, pieds nus écartés à 30°, bras tendus à l'horizontale et mains accolées par leur bord radial. L'occlusion des yeux est alors demandée pour observer durant une vingtaine de secondes le déplacement des index (qui indique la rotation axiale) et le déplacement de la base du cou (qui repère la translation frontale). Cette manœuvre doit être répétée plusieurs fois, après relaxation du sujet, pour éviter les biais. Les résultats sont alors comparés à l'inclinaison de l'axe de la tête ou plus précisément comparés à l'inclinaison de l'axe bipupillaire. Le test est normal si : le sujet tourne sur sa droite, alors que son axe bipupillaire est incliné à droite ou si le sujet tourne sur sa gauche (70% des cas), alors que son axe bipupillaire est incliné à gauche (30% des cas).

- test des pouces montants [13,71] :

Le patient est debout, les pieds écartés à la largeur du bassin. L'examineur, derrière lui, pose ses pouces doucement (30 grammes de pression digitale) à hauteur des épines iliaques postéro-supérieures de façon symétrique. Il demande au patient de stabiliser son regard, puis de s'enrouler sur lui-même en fléchissant la tête, les épaules et en dernier, le tronc. Le praticien observe alors si ses deux pouces sont entraînés symétriquement ou si, au contraire, un pouce est entraîné plus haut que l'autre. Ce test est répété à plusieurs endroits tout le long de la colonne vertébrale. Lorsqu'un pouce s'élève davantage toujours du même côté, il y a atteinte systématisée du tonus postural. A l'inverse, lorsqu'à un niveau donné du rachis,

l'élévation du pouce change de côté, il faut rechercher une cause locale. Certains praticiens complètent cet examen par un test les yeux fermés. Dans certains cas, l'ascension constatée yeux ouverts est totalement modifiée. Il faut alors aller chercher la cause en explorant la vision et la mandibule.

- test de piétinement de Fukuda-Unterberger et réflexe nuchal [60,71,164,172] :

Ce test nécessite une très grande rigueur : absence de source sonore ou lumineuse, élévation d'environ 45° des cuisses à chaque pas, rythme du pas de 72 à 84 appuis par minutes, position primaire des yeux avant le début du test, tête en position neutre, pieds nus, mâchoires en position de repos mandibulaire et bras étendus parallèles entre eux (ce dernier point est discuté car il perturberait l'équilibre des chaînes musculaires ; pourtant, selon Gagey, Weber et Noto 1984, la position des bras ne modifierait pas les performances). Une fois prêt, le sujet piétine sur place les yeux fermés durant 50 pas. Pour calculer le résultat du test, il est plus facile de se servir d'une piste de Fukuda. Un sujet normal est censé au maximum tourner sur lui-même de 20 ou 30° (angle de spin). De plus, s'il tourne la tête à droite, le tonus de ses muscles extenseurs du membre inférieur droit augmente ; inversement pour la gauche. Au test de Fukuda, en gardant la tête à droite, il pivote donc davantage vers sa gauche que lors du test tête en position neutre. Cette variation est provoquée par un réflexe tonique postural : le réflexe nuchal. La différence entre les angles de spin mesurés en tête neutre et tournée donne la valeur du gain du réflexe nuchal. Certaines précautions s'avèrent nécessaires pour conclure : noter les résultats dans un tableau, affecter d'un signe + les angles de spin vers la droite et d'un - ceux qui vont vers la gauche, calculer le gain du réflexe nuchal en valeur absolue et l'exprimer selon les résultats souhaités (s'il est conforme, le gain est opposé au sens de rotation de la tête et porte le signe + et inversement). On admet que les asymétries de la posture orthostatique sont statistiquement anormales si la prépondérance (différence entre le gain gauche et le gain droit) d'un gain de réflexe nuchal dépasse 90°. Une prépondérance discrète d'un réflexe nuchal à ce test est probablement normale au vu des résultats. Cependant, les opinions divergent : Da Cunha (1987) affirme que la posture orthostatique doit être parfaitement symétrique chez le sujet normal.

Il semble difficile d'obtenir une reproductibilité des valeurs, car si le spin n'est pas modifié par la répétition des épreuves, la distance parcourue et le déplacement latéral diminuent quand le nombre d'épreuves augmente...

- test de rotation de la tête :

Le praticien se place derrière le patient, les mains sur ses épaules afin d'empêcher toute rotation ou élévation de la ceinture scapulaire. Il demande au patient de tourner la tête à droite puis à gauche et observe le degré de rotation de chaque côté : la rotation la plus limitée est souvent la rotation gauche, car la tonicité des muscles nucaux est souvent plus forte à droite.

- test diagnostic de jambe courte :

La flexion antérieure du tronc et de la tête, mains vers l'avant, et l'examen du plan postérieur dorsal permettent de faire facilement le diagnostic de jambe courte. Elle signe une pathologie du capteur podal et peut être supprimée en cas de lésion podale isolée par la mise en place de semelles polarisantes.

- test des rotateurs [71] :

Le sujet est en décubitus, bras le long du corps, tête en position neutre, regard en position primaire, mâchoires en position de posture mandibulaire. Le praticien se place en bout de table, face aux pieds du patient qu'il empaume ; il décolle légèrement les pieds du patient de la table et effectue une série de cinq à six mouvements de rotation interne des deux pieds. Ce test permet d'évaluer la résistance opposée à ce mouvement passif par le tonus des muscles rotateurs externes de la cuisse. Neuf fois sur dix, c'est le tonus des rotateurs externes de la cuisse droite qui oppose la résistance la plus forte (hypertonie relative).

Une fois réalisés, ces tests permettent au praticien de conclure si l'asymétrie tonique du sujet est normale ou pathologique. Il dispose d'une description précise des réponses toniques de son patient. Dès lors, il peut vérifier si elles sont ou non modifiées par des manipulations des entrées du système postural.

Il est inutile de chercher à traiter un syndrome de déficience posturale en présence d'interférences mandibulaires, d'épines irritatives d'appui plantaire, de dysfonctions proprioceptives, d'interférences cicatricielles et de problèmes viscéraux. Leurs diagnostics respectifs seront développés au chapitre 5.

4.3.7.4 Le syndrome de déficience posturale [43,71] :

Son diagnostic repose sur trois critères fondamentaux :

- **absence de tout lien avec une maladie d'étiologie clairement définie** : avant d'explorer la piste posturale, il faut avoir éliminé toutes les causes connues des symptômes rapportés par le patient. En effet, la posturologie est un apport en ce sens qu'elle pousse les investigations plus loin, lorsque les bilans traditionnels n'apportent aucune réponse. Elle n'a pas pour vocation de se substituer aux examens classiques bien au contraire. Elle en est l'extension.

- **existence clinique objectivable d'asymétries toniques anormales** : ces asymétries toniques sont mises en évidence par le biais des tests posturaux décrits précédemment.

- **valeurs hors normes des enregistrements effectués debout sur plate-forme de force** : les positions successives échantillonnées du centre de pression sur le statokinésigramme forment une surface, en conditions standards d'enregistrement et pour un sujet normal, de l'ordre de 100 mm². Elle est infiniment plus étroite que la surface du polygone de sustentation que schématise le dessin des semelles plantaires.

Le syndrome de déficience posturale se caractérise par un tableau fait de symptômes et de signes stabilométriques et cliniques :

- le patient se plaint d'avoir du mal à se tenir debout, soit parce qu'il titube, soit parce qu'il souffre dans cette position ;

- l'enregistrement stabilométrique confirme sa sensation d'instabilité et nous donne des performances en dehors des limites de normalité (normes 85) ; le contrôle de ses oscillations posturales est anormal ;
- l'examen clinique révèle une asymétrie anormale de son tonus postural ; la régulation de son activité tonique posturale est anormale ;
- la manipulation d'une ou de plusieurs entrées modifie immédiatement certains signes d'asymétrie et fait disparaître à terme les signes et symptômes du syndrome développé par le patient.

Attention, les trois premiers critères de ce syndrome de déficience posturale ne sont pas pathognomoniques. La dernière étape est donc primordiale, car c'est seulement à cet instant que le thérapeute a confirmation ou infirmation de son hypothèse. Tout échec invite à reprendre les bilans conventionnels pour ne pas passer à côté d'une grave pathologie en évolution. Et seul le succès permet de dire, à posteriori, qu'il s'agissait bien d'un syndrome de déficience posturale.

Da Cunha (1987) établit un lien entre le dysfonctionnement du système qui contrôle notre position debout et les anomalies de la position debout que sont les souffrances statiques de l'axe corporel et les scolioses. Ses idées ont eu du mal à s'imposer même parmi les tenants de la posturologie clinique. Gagey et Weber (1995) disent de lui : « on se demandait même ce qu'il venait faire parmi nous... » .

Une table ronde tenue en 2005 par l'APE (Association Posture et Equilibre : Gagey, Pérennou et Thoumie) à Aix les Bains sur le SDP donne un bon aperçu de ce que pensent les autres posturologues de cette théorie. En voici les passages les plus intéressants : « Une interrogation de la base de données internationale MEDLINE avec les mots clés "syndrome, déficience(s), posturale" ou "postural deficiency syndrome" permet de retrouver les 4 articles suivants :

- Da Cunha et Da Silva (1986). Le syndrome de déficience posturale. Son intérêt en ophtalmologie. *Journal Français d'Ophtalmologie*, 9:747-755.
- Da Cunha et Da Silva (1986). Disturbances of binocular function in the postural deficiency syndrome. *Agressologie*, 27:63-67.
- Da Cunha (1987). Le syndrome de déficience posturale (SPD). *Agressologie*, 28: 941-943.
- Da Silva (1987). Directional scotometry and prismatic correction in postural deficiency syndrome. *Agressologie*, 28:945-946

Si le "syndrome de déficience posturale" est bien référencé dans les bases de données internationales, très peu d'articles y sont consacrés.

Les quatre publiés ont été écrits par les mêmes auteurs, affiliés au département de Médecine de Rééducation (Da Cunha) et au département d'Ophtalmologie (Da Silva) de l'hôpital Santa-Maria à Lisbonne.

Ces 4 articles sont anciens, publiés il y a 20 ans dans une revue française (*agressologie*, *journal français d'ophtalmologie*), en français pour trois d'entre eux et en anglais pour un d'entre eux.

Les mots " syndrome de déficience posturale " ou " postural deficiency syndrome" ne sont retrouvés dans aucun autre article international postérieur à ces quatre là, alors que ces bases de données contiennent plusieurs milliers d'articles sur les aspects théoriques et cliniques du contrôle de la posture et de ces troubles. Nous pensons que ce manque d'intérêt de la communauté internationale trouve son origine à deux niveaux : l'inadéquation de la terminologie utilisée par Da Cunha et Da Silva et le caractère purement descriptif et subjectif

des observations cliniques qu'ils ont rapportées ».

En conclusion, « les pratiques de soins (les évaluations et les traitements) sont entrées de plain-pied dans l'Evidence-Based Medicine (Médecine par la preuve), et les activités médicales et paramédicales sont maintenant valorisées par une nomenclature supportant une tarification précise. Il est désormais déraisonnable et contre-productif pour une association comme l'APE de soutenir les pratiques de soins basées sur une terminologie confuse voire absurde, et pour lesquelles la subjectivité est reine. Il serait encore plus fou que de vouloir entretenir des mythes ; le syndrome de déficience posturale en est un » (Pérennou 2005).

5 Le chirurgien-dentiste face aux désordres posturaux :

5.1 Occlusion et posture :

5.1.1 Hypothèse :

Il semblerait, en observant et en écoutant nos patients, que la malocclusion ne soit pas un critère préjugant un trouble postural. Nous avons tous vus en clinique des patients porteurs de vraies malocclusions et qui ne manifestaient aucune plainte. En effet, ces gens étaient parfaitement compensés parce qu'ils avaient une vie très saine, sans soucis particuliers, avec une hygiène de vie stricte. Mais il suffit qu'un élément extérieur survienne, que l'on appelle transversal et qui englobe toutes les causes relationnelles ou émotionnelles, pour que cette compensation laisse place à la décompensation. Les situations conflictuelles seront ainsi la source favorite de nombreuses décompensations. Une petite malocclusion, type pose de couronne en légère suroccclusion, dans un contexte de stress important, d'un deuil, d'un divorce pourra entraîner une décompensation. C'est l'état du système qui explique l'apparition du symptôme.

L'état de santé peut être défini comme étant au stade :

- d'adaptation : l'organisme fonctionne de façon harmonieuse et physiologique ;
- de compensation : l'organisme est asymptomatique mais présente déjà des anomalies dans son fonctionnement (le sujet présente par exemple une malocclusion mais aucun facteur ne vient se surajouter au niveau du système manducateur, donc l'organisme parvient à pallier les déficiences) ;
- de décompensation : les symptômes et donc la maladie apparaissent ; le système ne peut plus faire face aux contraintes (le sujet présente dans ce cas une malocclusion, parfois très légère, mais l'adjonction d'une nouvelle contrainte type stress, fait basculer tout l'équilibre) [37].

D'autre part, en l'absence d'engrènement dentaire, l'élévation de la mandibule conduit à une position plus antérieure lorsque la tête est fléchi sur le tronc, alors qu'elle est plus postérieure lorsque la tête est en légère extension sur le tronc. La tolérance à l'intercuspidation dépend de la capacité du sujet à élever ou abaisser la tête de quelques degrés (capacité sous la dépendance des facteurs de positionnement de la tête). L'examen postural de la tête doit impérativement être vérifié avant que le patient prenne place sur le fauteuil dentaire. En effet, Southard et coll. (1989) trouvent une modification des contacts occlusaux selon que l'individu se trouve en position debout ou en position allongée. Assis sur une chaise, le patient est prié de claquer rapidement des dents. Sa tête doit rester droite, sans inclinaison latérale. En cas d'instabilité occlusale révélée par ce test, il est possible, le patient assis sur le fauteuil dentaire, de déplacer doucement sa tête pour évaluer si l'accès à l'O.I.M. en est facilité. Il faut bien admettre que la position de la tête influence la qualité et la nature des contacts occlusaux [35,106,153]. La démonstration en est aisée ; il suffit de contrôler son occlusion personnelle en penchant sa tête en avant, en arrière ou en latéralité. Pour Posselt (1969), les rapports d'occlusion obtenus lors des mouvements habituels de fermeture sont plus postérieurs lorsque la tête et le cou sont en extension. On sait également que les changements d'occlusion se répercutent sur la position de la tête et sur le système tonique postural [18,86,114,149,152]. La position de la tête va dépendre de la classe d'Angle du sujet ; elle sera antérieure en classe II et postérieure en classe III (par rapport à un sujet en classe I) [124]. Elle conditionnerait la statique du reste du corps et la vitesse de réaction face aux perturbations externes [83]. Dans les conditions de la bipédie, la régulation posturale se ferait plutôt de haut en bas. C'est ainsi que l'on arrive à des conclusions comme celles de Bonnier (1996), pour qui toutes les pathologies modifiant, directement ou indirectement, la position du crâne sur le rachis retentissent sur la manière dont les contacts vont s'établir entre les arcades, et donc peuvent induire des signes ou des symptômes locaux (D.A.M.). La réciproque est pour lui également valable : toute modification de l'occlusion retentirait sur l'équilibre postural global et pourrait induire ou participer à la genèse de pathologies à distance (douleurs cervicales chroniques par exemple [33]) qui ne peuvent trouver d'autre traitement que la résolution posturale des troubles. Il faudra bien sûr prendre en compte la psychologie de l'individu, car c'est elle qui va déterminer la compensation ou la décompensation du phénomène et sera à l'origine d'un groupe symptomatique et d'un autre asymptomatique. Nous verrons pourquoi un peu plus tard au cours de notre exposé (Point commun des malades posturaux).

5.1.2 Etat de la littérature [42,55] :

L'existence de corrélations entre la position de la mandibule et la posture corporelle a été posée comme hypothèse en 1927 avec Stiwell. Son idée ne fut reprise sérieusement qu'en 1953 par Baron et en 1977 par Meyer, qui utilisait le statokynésiomètre pour juger de l'effet de ses traitements sur certains de ses patients. Il avait en effet constaté le lien bouche-posture par la disparition de l'instabilité posturale de deux de ses patients tireurs experts, après suppression d'un kyste dentaire. En 1977, Gelb avait aussi commencé à proposer et soutenir d'éventuelles corrélations entre A.T.M., posture et prestations musculaires au travail et dans le sport, en soutenant que dans les cas de mauvaise occlusion dentaire, la posture de la mandibule exige un ajustement musculaire chronique qui mène à un trouble du système postural même. A partir des années 80, les travaux de Meyer commencent à être confirmés par d'autres recherches : peu connu, Ricard (lésion ostéopathique de l'articulation temporo-mandibulaire) décrit en 1986, une suite lésionnelle d'adaptation physiologique à partir d'une malocclusion sur la première molaire mandibulaire droite. Elle induisait une torsion

droite de la symphyse sphéno-basilaire, un iliaque antérieur gauche et un iliaque postérieur droit avec un pied creux à gauche et un pied plat à droite. Servièr a étudié en 1988, l'influence de l'occlusion sur la posture par le biais d'études baropodométriques : le port de gouttières occlusales de repositionnement mandibulaire pourrait modifier significativement la cartographie des pressions plantaires. Ces analyses tentent de démontrer que la stabilité et l'harmonie des surfaces d'appui du corps au sol dépendent de la différence qui existe entre les rapports spatiaux des maxillaires en inocclusion et en occlusion. Clauzade et Darraillans élaborent le concept ostéopathique de l'occlusion en 1989 et mettent en exergue la place de l'équilibre occlusal dans l'équilibre postural. Nahmani développe en 1990 le concept de système mandibulo-cranio-sacré intégré au concept posturo-kinésiologique et place l'appareil manducateur comme élément privilégié de l'équilibre postural. Rousié-Baudry élabore en 1994, l'hypothèse de l'origine occlusale des asymétries cranio-faciales en relation avec un déséquilibre postural. En 1995, Perraud, Villechevrole, Vienne et coll. étudient l'influence de la modification de l'occlusion sur la posture et l'oculomotricité. Ils testent 61 sujets par le biais des tests de Fukuda (pour l'occlusion) et Maddox (pour l'oculomotricité). La modification de l'occlusion par interposition de cotons salivaires entraîne des modifications significatives du test de Fukuda lorsqu'il est pratiqué pieds nus (le port de semelles type Bricot semble diminuer l'influence de la modification de l'occlusion sur l'équilibre postural global et la modification de l'occlusion semble diminuer l'influence de l'adjonction de semelles sur l'équilibre postural du corps). D'autre part, les modifications de l'occlusion interfèrent sur la vision [116]. Les travaux de Bonnier (la modification de l'occlusion a-t-elle une répercussion immédiate sur le système postural fin ?) apportent un début d'expérimentations en 1997, puisqu'ils montrent qu'une modification de l'occlusion par le port d'une gouttière entraîne une modification (augmentation ou diminution) statistiquement significative du paramètre surface et des spectres de fréquence dans la zone 0,3 Hz (en situation yeux ouverts uniquement). Ces enregistrements stabilométriques établis sur 50 patients D.A.M. montrent clairement que la régulation posturale réagit immédiatement à une modification instrumentale de l'occlusion. Faugouin (1998) apporte des résultats très intéressants pour les occlusodontistes sur les conséquences d'une interposition occlusale latéralisée. L'intercuspitation habituelle ne change pas les résultats stabilométriques, ni l'examen clinique postural chez les sujets porteurs d'une malocclusion. Les défauts d'occlusion ne deviendraient donc pathologiques que s'ils s'y surajoutent d'autres facteurs (stress ou traumatisme...). C'est le principe de sommation de Hartmann que nous partageons. En interposition occlusale latéralisée, seul le paramètre LFS en interposition à droite est modifié de façon significative ; les tests posturaux sont plus révélateurs et montrent une modification du tonus musculaire des extenseurs des mains et des muscles rotateurs externes de hanche provoquant une hypotonie homolatérale à l'interposition en situation yeux ouverts uniquement. Ceci confirme les relations entre appareil manducateur et système oculomoteur, ainsi que les lois du tonus musculaire. La différence entre yeux ouverts et yeux fermés pourrait constituer un test différentiel permettant d'affirmer l'origine occlusale d'un trouble postural. Cette modification du tonus musculaire des membres se retrouve sur l'axe rachidien et explique la modification de la ceinture pelvienne dans l'espace et de la mobilité sacro-iliaque. L'inégalité apparente des membres inférieurs en est la conséquence. Tout déséquilibre statique de la ceinture pelvienne avec inégalité apparente des membres inférieurs doit en faire rechercher une origine occlusale. Une modification de l'équilibre occlusal retentit donc sur l'équilibre postural en adaptant le schéma morphostatique du sujet par modification de la répartition de l'équilibre tonique musculaire.

L'idée n'est donc pas nouvelle, mais les scientifiques sont encore partagés et les conclusions confuses... En effet, la S.I.D.O. (société italienne d'orthodontie) concluait en 2001, qu'il

semblerait exister des rapports entre occlusion et posture, même si ces liens ne sont pas toujours prévisibles et mesurables avec précision. Pour Deodato en 2002, la bouche est une zone à travers laquelle il est possible de créer des modifications dans l'équilibre postural. Et selon Zavarella en 2002, l'occlusion, le rapport cranio-mandibulaire, la déglutition et tout ce qui se rapporte à l'appareil manducateur est en relation neuromusculaire avec le système de contrôle et de maintien de la posture et les récepteurs de l'appareil stomatognathique sont d'importants instruments proprioceptifs du système postural.

A l'inverse, la conférence de consensus rédigée en conclusion de l'International Meeting in Clinical Gnatology sur le thème posture, occlusion and general health (Milan 9-10 Mai 1997) affirmait l'absence d'une relation entre occlusion et posture démontrée scientifiquement. En 2001, l'A.I.O.P. (Académie Italienne d'Odontologie Prothétique) a préféré n'avancer aucune position officielle sur les rapports entre occlusion et posture en publiant un ouvrage dans lequel le sujet n'est pas pris en considération. En outre, en 2001, il ressort du congrès sur la relation entre occlusion et posture, qu'« il n'existe pas de démonstration scientifique sûre de l'existence d'une corrélation physiopathologique de l'occlusion et de la posture, aussi bien sous les aspects fonctionnels que morphologiques ». Plus près de nous, une étude de 2006 concluait qu'il n'y a pas de corrélation du point de vue posturographique entre l'occlusion dentaire et la posture corporelle [130]. La même année, une étude napolitaine rapporte l'absence de corrélation entre l'inversé d'articulé postérieur et la stabilité posturale. Ils affirment aussi qu'il n'y aurait aucun lien entre les conditions occlusales et la posture globale. Deux groupes d'individus, avec et sans inversé d'articulé, permettait de comparer les résultats. Les auteurs ont utilisés une plate-forme de stabilométrie sur laquelle les sujets étaient placés en position d'intercuspidie maximale puis avec deux rouleaux de coton entre les dents [115].

Les posturologues se justifient et tentent d'expliquer leur vision des choses tant bien que mal : Gagey et Weber (1995) précisent qu'ils ne prétendent pas que l'homme se sert de ses informations mandibulaires pour se tenir debout ; ils avancent qu'une lésion de l'appareil manducateur peut modifier le jeu normal du tonus postural. Le posturologue réfère son patient au dentiste non pas pour manipuler une entrée du système postural fin mais pour que le dentiste corrige une lésion mandibulaire. Bricot (1996) précise que « si ce capteur n'intervient pas à proprement parler dans la régulation tonique posturale, ce sont ses perturbations qui sont déstabilisantes pour le système ». Willem (2004) explique qu'en pratique, l'appareil manducateur interviendrait comme une entrée « désinformative » du système nerveux central. Il viendrait perturber l'équilibre du système postural sur lequel il est branché « en dérivation ».

5.1.3 Diagnostic : trouble occlusal et postural associés [175] :

5.1.3.1 Entretien clinique :

Devant un patient consultant pour une douleur buccale et périphérique, il faut savoir faire le tri des informations pour savoir s'il existe un lien de cause à effet entre les deux. D'autre part, il est nécessaire de définir le plan de traitement détaillé du patient en fonction des priorités des pathologies causales (origine buccale ou extra-buccale).

Avant tout, il faut savoir *écouter son patient* :

Il faut s'enquérir des antécédents familiaux (dysmorphisme et bruxomanie) et personnels (traumatismes du massif facial, mentonniers, latéraux ou cervicaux, chirurgie, anesthésie générale ou locale, soins dentaires, antécédents psychiatriques).

Mais surtout, il faudrait rechercher des signes fonctionnels :

- signes locaux : bruits articulaires, douleurs locales dentaires ou articulaires à la mastication, algies localisées au crâne (faciales, temporales, frontales, pariétales, spasmes de l'hémiface), parafunctions (bruxisme excentré et/ou centré mais aussi tics de succion, mordillement...), blocages articulaires, troubles de la mastication, salivation, déglutition et phonation ;
- signes régionaux : céphalées occipitales unilatérales, vertiges, acouphènes, hypoacousie, signes oculaires (larmoiement, pseudo-conjonctivite), signes O.R.L. (fausses angines à répétition, sensation de corps étrangers laryngés, pseudo-allergie rhino-bronchique) ;
- signes généraux : asthénie, troubles du sommeil, psychasthénie matinale, épigastralgies, troubles digestifs.

Ces signes s'accompagneraient de douleurs siégeant à distance : cervicalgies, névralgies cervico-brachiales, névralgies d'Arnold, scapulalgies, dorso-lombalgies, contractures pyramidales, coxalgies, radiculalgies (notamment cruralgies), périarthrites scapulohumérales, crampes des mollets, douleurs circulaires des membres, épicondylites, tendinites, syndromes du canal carpien, ténosynovites de Kevin.

Le problème reste que ces signes sont très variables. Ces plaintes peuvent recouper de nombreux domaines de la médecine et correspondre à d'autres pathologies non diagnostiquées. En réalité, Willem (2004) comme tant d'autres [23] se contente de rapporter quelques réflexions issues de ses observations cliniques (voire de ses lectures...). A aucun moment, il n'est proposé une analyse de prévalence de ces troubles. Le reproche est le même que celui qu'ont pu formuler les participants à la table ronde d'Aix les bains en 2005 sur le SDP de Da Cunha.

5.1.3.2 Examen clinique : les méthodes diagnostiques :

On peut très rapidement constater si le patient présente une occlusion physiologique ou non : il faut lui demander de serrer les dents plusieurs fois pour vérifier que le contact entre les dents soit direct, c'est-à-dire sans contact glissé ; puis, il faut regarder, dans cette position, si le contact reste franc et verrouillé : il ne doit pas y avoir plusieurs positions possibles [71].

5.1.3.2.1 Examen postural statique [24,25] :

L'examen de la statique du patient (dans les plans sagittal, frontal et horizontal) renseigne énormément sur l'origine des troubles ; en ce qui concerne l'appareil manducateur, il faut principalement regarder dans les *plans sagittal et horizontal*.

Le plan sagittal :

Si les anomalies podales sont les principaux facteurs de décompensation dans le plan antéro-postérieur, ce ne sont pas les seuls, d'autres capteurs comme l'appareil manducateur ou la peau (par le biais de cicatrices médianes antérieures pathologiques) peuvent moduler la position de la tête et du buste. Dans le plan sagittal, quatre paramètres sont à considérer : le plan scapulaire, le plan fessier, la flèche cervicale et la flèche lombaire. Il peut y avoir quatre statiques pathologiques : plan scapulaire et fessier alignés avec augmentation des flèches, plan scapulaire postérieur, plan scapulaire antérieur et enfin, plan scapulaire et fessier alignés avec diminution des flèches.

Le *plan scapulaire antérieur* est le déséquilibre le plus fréquemment rencontré (72% des cas). Il correspond à différents dérèglements du système postural faisant intervenir un ou plusieurs capteurs souvent de façon associée (les pieds, les dents et la peau). Il faut donc suspecter la présence d'un trouble occlusal devant un plan scapulaire antérieur et établir un bilan complet à la recherche des caractéristiques occlusales suivantes :

- classes II ;
- supraclusie ;
- perte de D.V.O. ;
- occlusion croisée unilatérale ;
- clenching ;
- déglutition infantile.

Le plan horizontal :

Les troubles statiques du plan horizontal sont à type de rotation des épaules et du bassin ; on parle dans ce cas d'ilium antérieur ou postérieur et de scapulum antérieur ou postérieur et les contraintes se font en rotation et/ou en torsion. Les *rotations* sont souvent en rapport avec un déséquilibre droite/gauche des capteurs (pied, œil et dents) :

- un pied asymétrique ;
- un défaut de convergence d'un œil ;
- une occlusion croisée unilatérale ;
- une interposition linguale latérale.

Le plan frontal :

L'analyse du plan frontal permet de différencier les perturbations d'origine dentaire (les bascules s'établissent en sens inverse) des perturbations oculaires (la bascule des épaules et du bassin se fait dans le même sens). C'est au niveau des ceintures que l'on notera le plus facilement les perturbations posturales : la bascule des épaules s'apprécie au niveau des styloïdes radiales et celle du bassin en médio-iliaque. La pose d'un aimant, face nord, sur la peau au niveau de l'A.T.M., du côté du membre supérieur « long » corrige instantanément les phénomènes adaptatifs repérables au niveau des ceintures.

5.1.3.2.2 Posture et chaînes musculaires :

En outre, l'observation et l'examen clinique des patients ont amenés Joly (1998) (ostéopathe et médecin du sport) et ses collaborateurs de l'unité fonctionnelle d'arthrologie de l'A.T.M. de Lyon à proposer une classification comportant 5 types de posture. L'anatomie physiologique des chaînes musculaires de Struyf-Denis (1987) permet de mieux comprendre ces attitudes quasi schématiques, observées en fonction des prédominances et conflits des chaînons de fascias et de muscles.

- posture physiologique : *de profil*, le sujet présente un alignement de la nuque, des omoplates et des fesses ; *de face*, les épaules sont horizontales et parallèles aux crêtes iliaques ;

- posture de force extra-buccale (ex ascendante) : *de profil*, le patient a la tête en avant du plan qui relie omoplates et fesses ; *de face*, les épaules et les crêtes iliaques ont un décalage controlatéral (par excès de tension des chaînes A.M. et A.L., sans réaction de la chaîne P.M.) ;

- posture de force buccale (ex descendante) : *de profil*, le patient présente une *vrille en trois plans* (un plan pour la nuque, puis les omoplates et enfin les fesses) ; *de face*, le décalage entre les épaules et les crêtes iliaques est homolatéral (par excès de tension de P.M. avec A.M. réactive) ;

- posture post-traumatique : *de profil*, le patient est sur deux plans, omoplates et fesses alignées ; *de face*, le décalage des épaules et des crêtes iliaques est homolatéral ;

- posture postérieure : *de profil*, les omoplates sont en arrière du plan des fesses et de la nuque ; *de face*, les épaules sont parallèles aux crêtes iliaques dans un plan horizontal (par excès de P.M. sans A.M. réactive) ; ce cas est plutôt rare et se retrouve surtout dans les classes III.



Posture physiologique : nuque, omoplates, fesses, alignées. Epaules parallèles au bassin.



Position du « cow boy »
Posture de force extra buccale
A.M. + A.L.
Pas de P.M.
— Omoplates et fesses alignées, pas la nuque.
— Décalage contra-latéral.
Iliaque rotation intérieure par l'A.L.
P.L. monte l'épaule (se croise en D / Z).

Position du "cow boy"



Vrille en trois plans
Posture de force buccale
Excès de P.M. :
— problème de langue
— problème occusal
A.M. réactive
3 plans antéro-postérieur :
— nuque
— omoplates
— fesses
Décalage « homo » latéral
Epaule haute en rotation interne par l'A.L.
Grand pectoral antagoniste
P.L. monte épaule et trapèze
A.L. par le grand dorsal suspend l'iliaque à l'épaule.

Vrille en trois plans

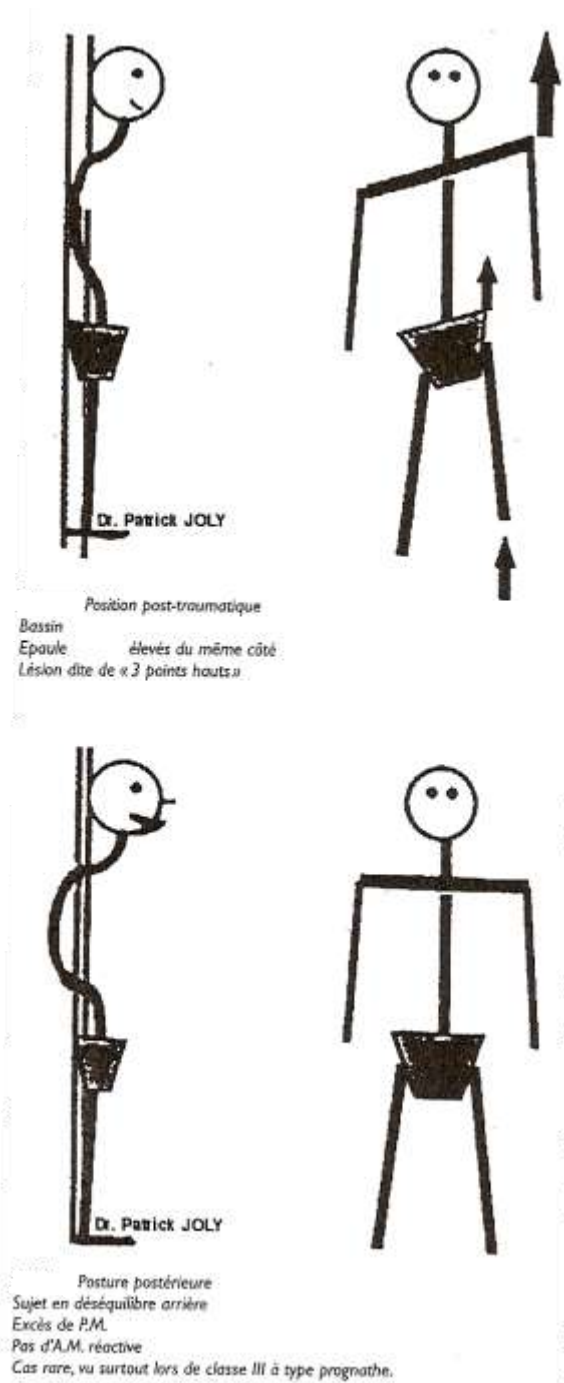


Figure 71 - Posture et pathologie posturale (d'après Joly 1998)

D'après Joly (1998), la vrille en trois plans est *quasi pathognomonique* d'une pathologie occlusale et/ou d'un problème lingual. Les forces buccales créent une contrainte descendante qui entraîne une hyperpression sur le rachis, avec hyperlordose. Cette dernière génère une attitude scoliotique et des pathologies discales, principalement sur les deux derniers disques lombaires. Ces forces buccales semblent aussi avoir des répercussions sur les mouvements de l'œil, gênant entre autre la rééducation orthoptique ; il serait donc souhaitable d'entreprendre la correction du capteur dento-manducateur avant de débiter celle de l'œil en cas d'indication

thérapeutique. Bricot (1996) ne partage pas cette opinion car, pour lui, priorité sera donnée à la correction du pied et de l'œil.

Certains patients souffrent d'une pathologie mixte à la fois buccale (dite aussi descendante) et extra-buccale (dite aussi ascendante). Ils sont soumis à une force buccale prédominante qui, dès qu'elle est corrigée, transforme l'attitude de vrille en trois plans et donne une attitude en deux plans. Les forces buccales créent une contrainte descendante qui entraîne une hyperpression sur le rachis, avec hyperlordose qui génère une attitude scoliotique et des pathologies discales, principalement sur les deux derniers disques lombaires. Ces forces buccales semblent aussi avoir une répercussion sur les mouvements de l'œil et pourraient gêner la rééducation orthoptique. Les pathologies issues de force extra-buccale seront traitées par l'ostéopathe, le kinésithérapeute et le podologue, tandis que celles relevant d'une force buccale seront confiées à l'odontologiste et à l'orthophoniste en cas de malposition linguale au repos avec troubles de la déglutition. Cependant aucune étude épidémiologique ne vient étayer ou confirmer cette hypothèse. L'article de Joly (De l'occlusion à la posture 1998) ne fait état d'aucune étude statistique, d'aucun essai clinique et se contente d'élaborer un protocole d'examen clinique permettant un diagnostic étiologique.

5.1.3.2.3 Tests posturaux et compresse interdentaire [147] :

Il existe un autre moyen diagnostique basé sur l'examen postural statique et les tests posturaux : il s'agit d'un *examen posturologique classique* comprenant d'abord l'observation du sujet, de face, de profil et selon l'axe vertical. Cette approche est complétée par la réalisation d'un *test de convergence oculaire* (le patient fixe la pointe d'un crayon tenu verticalement et que l'on rapproche progressivement de son visage), un *test de Romberg* (on note l'amplitude et la direction des oscillations du corps, au niveau des index des deux mains jointes, bras tendus à l'horizontale, lorsque le patient se tient debout, pieds réunis et les yeux fermés) et un *test de Fukuda* (on note le déplacement du patient ainsi que la direction qu'il désigne de ses deux mains tendues devant lui lorsqu'il effectue un piétinement de 50 pas, les yeux fermés).

Pour dépister si l'origine du problème postural est dentaire, il suffit de demander au patient de mordre sur des cotons salivaires disposés dans les secteurs prémolo-molaires et de refaire l'examen postural statique, le test de convergence et les tests neurologiques. Si la lésion est descendante (origine dentaire), on observe: la normalisation de la posture, la réduction de l'hypoconvergence oculaire, la diminution des oscillations retrouvées au test de Romberg, la réduction de la dérive, de la rotation et du déplacement dans le test de Fukuda. Si la lésion est ascendante, aucune modification n'est apportée par la pose de la compresse entre les dents cuspidées.

Faugouin propose en 1998 une démarche clinique un peu différente ; l'examen clinique comprend :

- un examen occlusal (dimensions verticales, alignement des freins, cinématique mandibulaire, horizontalité du plan maxillaire, édentations, confort occlusal, occlusion croisée, parafunctions, bruits et craquements, classe d'Angle et orthodontie).
- un enregistrement stabilométrique en situation yeux ouverts et fermés ;

- un examen du tonus postural : test de Fukuda (en situation tête neutre, rotation droite, puis rotation gauche), test des extenseurs et test des rotateurs (en situation yeux ouverts, yeux fermés, tête en rotation droite et rotation gauche) ;
- un examen clinique lombo-pelvien en décubitus et procubitus afin de comparer la position des EIAS et la mesure clinique de longueur des membres inférieurs en prenant comme référence les malléoles internes (on pourra ainsi comparer la position du bassin dans l'espace lors des changements d'occlusion) ;
- le downing test qui apprécie la mobilité des os iliaques et des articulations ilio-sacrées.

Willem (2004) aboutit à la constitution d'une liste de cinq signes évoquant une atteinte de l'appareil manducateur :

- bascule et rotation hétérolatérales des ceintures ;
- limitation de la rotation cervicale active ;
- rachialgies, douleurs erratiques, céphalées, vertiges, acouphènes, asthénie ;
- exacerbation des signes fonctionnels en fin de nuit et au petit matin ;
- algodysfonction craniale-mandibulaire avec désordres psychiques.

Il effectue son bilan clinique de la façon suivante :

- entretien clinique (antécédents et signes fonctionnels) ;
- inspection (craniale-faciale et buccale analysant les paramètres occlusaux, la cinétique mandibulaire, l'anatomie buccale et les traitements dentaires précédents) ;
- recherche d'éventuels bruits articulaires (à l'oreille ou au stéthoscope) ;
- palpation (des A.T.M. et des muscles, recherche de cellulalgies secondaires, de myalgies et de périostalgies) ;
- examen postural (avec bascule controlatérale des ceintures, limitation de la rotation cervicale active, rotation controlatérale des ceintures et rotation asymétrique des membres inférieurs en décubitus dorsal) ;
- tests posturaux (test de l'aimant, flexion antérieure rachidienne entraînant une ascension unilatérale des ceintures, mise en place d'une compresse interdentaire modifiant la bascule des ceintures, extension forcée de la main sur le poignet contre résistance qui, si elle est modifiée, signe un problème podal ou dentaire, abduction du membre inférieur en extension contre résistance, dont la faiblesse unilatérale bouche fermée évoque un trouble de l'A.T.M.) ;
- bilan radiologique (selon le cas : panoramique dentaire, tomographies d'A.T.M., téléradiographies tridimensionnelles, incidences de Weinberg, arthroscopie, scanner et I.R.M.).

L'examen clinique varie plus ou moins entre chaque praticien et on retrouve autant de méthodes que de posturologues.

5.1.3.2.4 Le test ou procédure de Meerssman (1988) :

Ce test est basé sur les principes de la kinésiologie [121,122]: le sujet est couché sur le dos et présente assez souvent, à l'examen, une asymétrie de longueur des membres inférieurs. On utilise de préférence, un muscle fort qui nous servira de référence au cours du test (tenseur du fascia lata, par exemple). On explore successivement la force dispensée par le muscle lors de l'occlusion dentaire (incidence de l'occlusion sur la force musculaire), de la stimulation tactile des articulations temporo-mandibulaires et sacro-iliaques, des muscles temporaux, masséters, ptérygoïdiens, sterno-cléido-mastoïdiens, trapèzes et psoas.

Deux rouleaux de cotons de petit diamètre sont placés entre les dents cuspidées ; le patient est prié de se lever pour marcher quelques pas et déglutir afin que l'organisme enregistre et s'adapte à cette nouvelle information en provenance de l'appareil manducateur. Si l'on demande au patient de se rallonger et que l'on refait les mêmes tests que ceux que l'on vient de décrire, on constate en cas de lésion descendante, l'égalisation des deux jambes, le renforcement de tous les muscles jugés faible à l'examen sans cotons salivaires et la normalisation des tests A.T.M. Bien sûr, si les lésions sont ascendantes, le résultat des tests est identique avant et après pose des cotons salivaires.

La procédure de Meerssman compare la posture mandibulaire habituelle et la posture mandibulaire modifiée. Cette procédure classique conduit à référer le patient à l'occlusodontiste lorsqu'elle met en évidence une modification du tonus entre ces deux positions mandibulaires. Gagey et Weber (1995) ont une autre vision des choses : on peut utiliser un plan de morsure pour étudier les rapports entre la position de la mandibule et le tonus de posture, en précisant si cette position mandibulaire s'accompagne ou non d'un contact. Selon qu'existe ou non un contact et selon qu'on a mis ou non un plan de morsure, quatre positions mandibulaires sont possibles. La modification du rapport entre les mâchoires ne doit pas modifier le tonus postural. Lorsqu'aucune de ces quatre positions mandibulaires ne modifie le tonus postural, le posturologue est tranquille et peut travailler l'intégration sensorielle. Deux cas peuvent se présenter lorsqu'on constate une différence tonique entre la position de posture mandibulaire habituelle et l'intercuspidation habituelle :

- on ne constate pas de différence tonique entre posture mandibulaire habituelle et posture mandibulaire modifiée ; c'est donc le contact interdentaire et lui seul, qui crée l'interférence tonique ;

- on constate une différence tonique entre posture mandibulaire habituelle et posture mandibulaire modifiée ; le contact dento-dentaire crée l'interférence tonique, mais n'est pas le seul à le faire.

Ces observations permettent de décider, entre autre, du traitement à mettre en œuvre pour soulager notre patient et c'est là que les avis divergent (voir chapitre 415).

5.1.3.3 Techniques d'analyse paracliniques : la stabilométrie :

Si l'examen clinique est l'étape fondamentale du diagnostic, différents examens paracliniques peuvent venir l'étayer et contribuer à nos recherches sur le système postural. Le principal outil

d'analyse est la plate-forme de stabilométrie, car elle permet d'analyser les oscillations posturales d'un individu debout, yeux ouverts, puis fermés pour avoir une idée de son équilibre et donc de son système postural. Elle permet surtout une comparaison bouche ouverte/dents serrées pour analyser l'incidence de l'appareil manducateur sur les performances du sujet. Cette plate-forme permet d'étudier, dans le temps, les variations de position du centre de pression (elle enregistre de façon fiable et reproductible la projection du centre de gravité du sujet sur son polygone de sustentation). Le tracé obtenu, sorte de « photographie » de l'état postural du patient, sera à la base de l'analyse de différents paramètres. Les variables mesurées sur un enregistrement de 51,2 secondes (à raison de 20 positions par seconde) sont les suivantes :

- la surface : surface de l'ellipse de confiance comprenant 90% des positions échantillonnées du centre de pression et exprimée en millimètres carrés ; cette donnée est particulièrement parlante et facile à visualiser ; c'est un critère d'appréciation sensible ;

- la longueur : intéressant en situation yeux fermés, car il est souvent modifié par les manipulations des différentes entrées ; on l'exprime en millimètres ;

- x moyen : il mesure en millimètres la désaxation latérale du centre de pression ; sa valeur est négative pour une déviation gauche, positive pour une déviation droite ;

- y moyen : il mesure en millimètres la projection moyenne du centre de pression sur l'axe antéro-postérieur ; attention, le paramètre y n'est pas une donnée reproductible, quelle que soit la population étudiée ;

- L.F.S. (longueur en fonction de la surface) : donne une idée de l'énergie dépensée par le sujet pour contrôler son équilibre ;

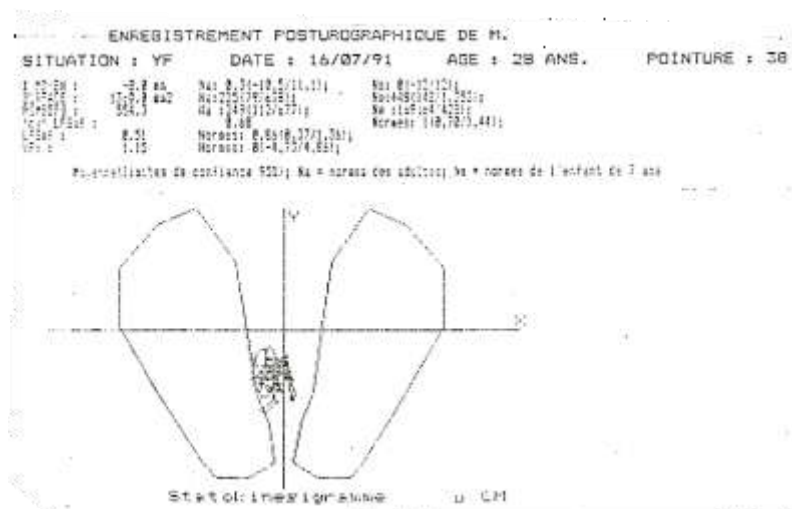
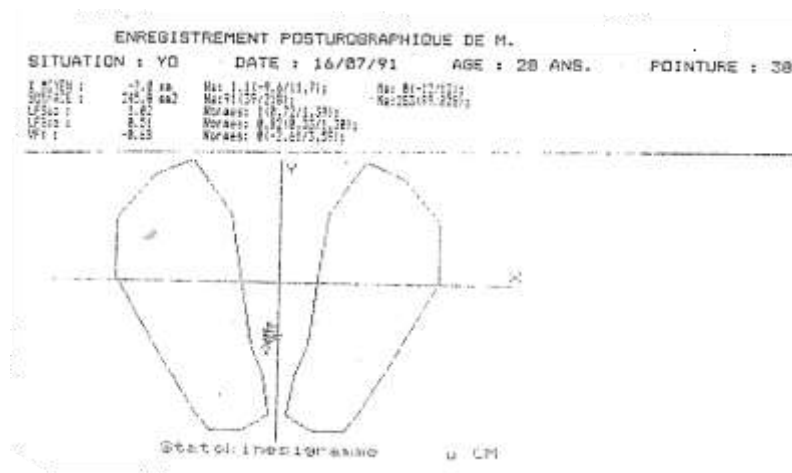
- V.F.Y. (variance en fonction de la surface) : il existe une corrélation entre la position du centre des pressions selon l'axe des y et la variance de la vitesse des déplacements ; on peut alors établir une courbe de régression ;

- quotient du Romberg : permet d'apprécier le poids de l'entrée visuelle dans la régulation de l'équilibre ; il est égal à $(SYF/SYO) \times 100$ et est un témoin de la bonne utilisation du capteur oculaire (l'augmentation de la surface, les yeux fermés, prouve la bonne utilisation des yeux dans le maintien de la statique).

Bon nombre de praticiens se sont attachés à prouver, par des études stabilométriques regroupant un plus ou moins grand nombre d'individus, le lien entre occlusion et posture [17,18,55,68,118]...

Le problème qui subsistait jusqu'à présent (et qui rebutait nombre de praticiens au fait des interrelations occlusion/posture) était que tous les examens qui permettaient de constater la modification de la situation posturale comportaient une grande part de subjectivité. La plate-forme présente l'énorme avantage de supprimer pratiquement complètement l'intervention de l'examineur. Elle permet en outre de suivre l'évolution posturale du patient pas à pas ; désormais, on peut pratiquer un premier examen avant tout traitement pour évaluer l'intensité des troubles, puis un second au cours des soins pour s'assurer de la parfaite intégration de nos traitements et enfin, un examen final pour vérifier l'innocuité du traitement (cas de l'orthodontie) ou ses effets bénéfiques sur le système postural fin.

En temps normal, si nous modifions les rapports occlusaux d'un patient indemne de pathologie occlusale et posturale par l'adjonction de cales fines (type bristol ou feuille de plastique) et si nous refaisons les mêmes enregistrements après l'avoir fait marcher et déglutir, nous obtenons des mesures quasiment identiques. Dans le cas présent, nous ne sommes pas intervenus sur son système postural. Dans les cas pathologiques avec ennuis A.T.M. et symptomatologie douloureuse, la réhabilitation bucco-dentaire (par adjonction d'un appareil dentaire en cas d'édentation étendue, postérieure notamment) ou la confection d'une gouttière donnent des résultats totalement différents avec amélioration spectaculaire des performances posturales. D'après Bonnier (1996), nous pouvons intervenir sur le système postural fin et une mauvaise occlusion peut venir perturber l'organisme.



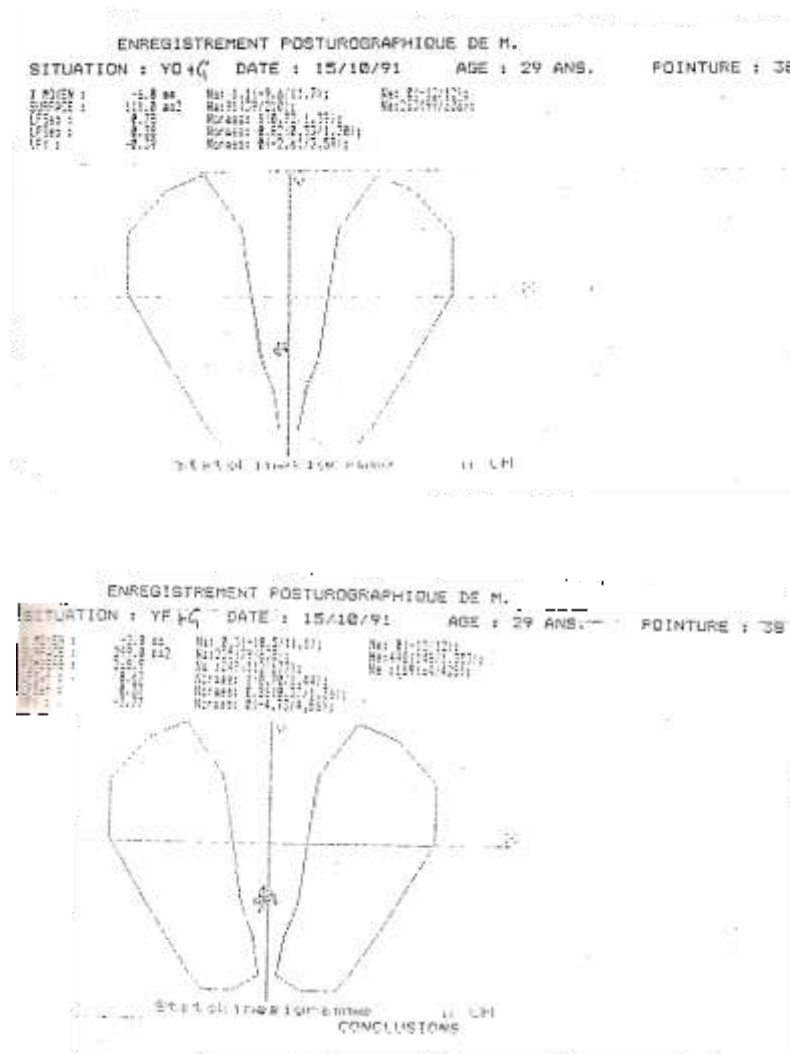


Figure 72 - Enregistrements posturographiques d'une même patiente avant et après pose de gouttière à trois mois d'intervalle (d'après Bonnier 1992)

5.1.4 Hypothèses explicatives [87] :

Les récepteurs desmodontaux pourraient être classés en deux types :

- les récepteurs de type 1, mécanorécepteurs répondant aux stimulations physiologiques pressionnelles exercées sur la dent, selon l'intensité et la direction des forces appliquées ;
- les récepteurs de type 2, ne répondant qu'à des stimulations nociceptives.

Une surstimulation parvient, par l'intermédiaire du V, au système nerveux central. Le système sensitif trigéminal comprend un protoneurone joignant ce récepteur au bulbe rachidien, un deutoneurone partant de ce relais bulbaire pour rejoindre le thalamus et un dernier et troisième

neurone reliant le thalamus au cortex. Ces voies trigéminales sont soit lemniscales (elles reçoivent des informations endobuccales, qui empruntent le faisceau ascendant dorsal du trijumeau et se projettent de façon homolatérale sur le cortex et des informations exobuccales, qui suivent le faisceau ventral ascendant du V et se projettent sur le cortex sensitif controlatéral), soit extralemniscales (elles conduisent les informations liées à la douleur et à la température). Ces deux voies possèdent des relais au niveau de la formation réticulaire et les interconnexions, nombreuses, mettent en jeu le noyau spinal et les noyaux d'autres nerfs crâniens. Les informations dentaires se projetteraient selon l'auteur au niveau du cervelet et interviendraient dans l'oculocéphalogyrie, le système vestibulaire, mais aussi la posture. Attention, ceci n'est absolument pas démontré que ce soit chez l'homme ou chez l'animal.

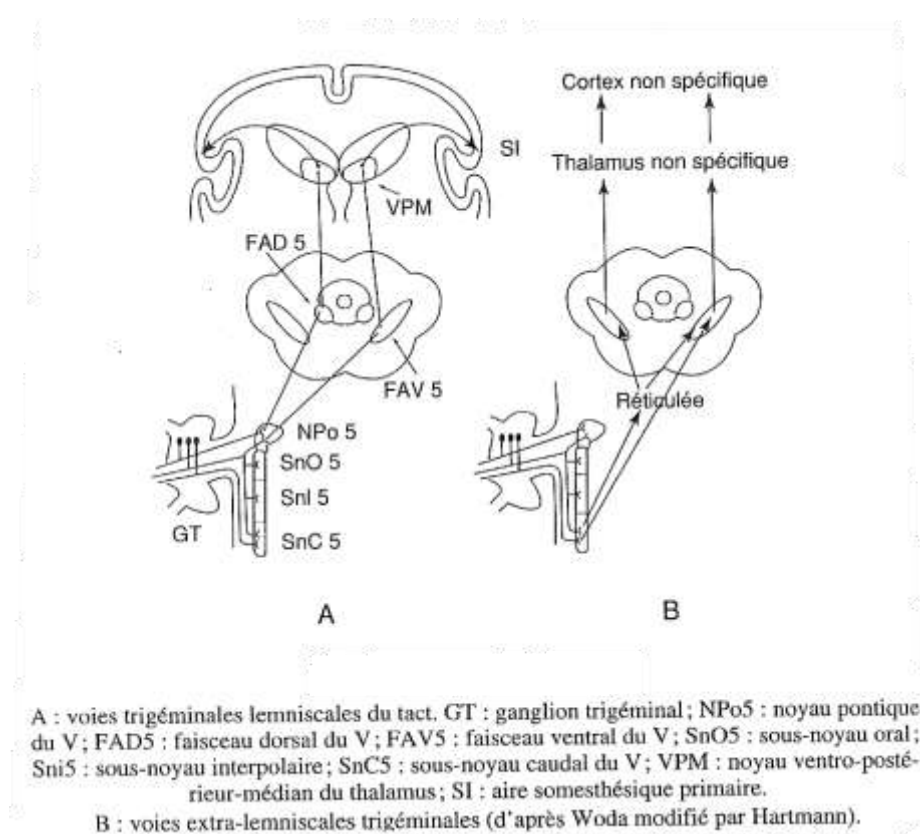


Figure 73 - Voies trigéminales (d'après Woda 1983, modifié par Hartmann 1993)

5.1.5 Traitement à mettre en œuvre :

Le traitement est différent selon que la lésion dento-manducatrice est causale ou adaptative : dans le premier cas, il faut mettre en place sans tarder un traitement par gouttière occlusale ou confectionner des appareils dentaires afin de remplacer les larges zones d'édentations comprimant l'articulation. Au contraire, si la lésion est la conséquence de troubles sans rapport avec les dents, c'est au médecin traitant ou au posturologue de dépister et de traiter la cause ou bien de l'adresser au professionnel de santé habilité (podologue, ostéopathe, orthoptiste, kinésithérapeute...). Ce n'est qu'une fois l'origine des troubles résolue, que l'odontologiste interviendra sur le plan bucco-dentaire pour instaurer un nouvel équilibre occlusal et supprimer les adaptations secondaires néfastes causées par le trouble postural. Le

maintien de l'équilibre fonctionnel global de l'organisme nécessite de prendre en charge non seulement le capteur causatif, mais aussi, les adaptations à distance qui se sont progressivement ajoutées.

Le traitement dépend aussi des résultats de l'analyse que l'on a pu obtenir au cours de l'examen [71] :

- si le contact dento-dentaire détermine à lui seul l'interférence tonique, on peut espérer que l'anomalie occlusale ne soit pas encore intégrée. A ce stade, il n'y a pas encore vraisemblablement de conséquences articulaires. Le traitement postural pourrait être entrepris, sans intervention de l'occlusodontiste. Il se pourrait même que ce traitement postural ait un effet bénéfique sur l'occlusion.

- si le contact dento-dentaire n'est plus seul perturbateur de l'équilibre postural tonique, on peut dire que l'anomalie occlusale est déjà engrammée. Ce stade manifeste une évolution défavorable par rapport au précédent et nécessite l'usage d'une gouttière qui pourra être bénéfique sur l'occlusion elle-même.

Le posturologue doit savoir qu'une lésion mandibulaire mineure peut engendrer des conséquences disproportionnées : quelques dizaines de microns peuvent suffire à dérégler une occlusion. Ce qu'il cherche à savoir auprès du dentiste, en cas de besoin, c'est s'il est possible de lever l'interférence entre mandibule et tonus de posture par un traitement provisoire et quelle est l'importance du travail nécessaire à un traitement définitif.

Une chose essentielle à retenir : nous ne devons jamais toucher aux dents naturelles tant que nous ne sommes pas sûrs des bénéfices pour le patient. Le traitement initial doit être provisoire. Lorsque le travail provisoire aura fait la preuve de son efficacité, la décision du travail définitive sera prise en accord entre les trois parties (patient, dentiste et posturologue).

5.2 A.T.M. et posture :

5.2.1 Hypothèse :

Quelques études récentes montrent que le lien entre l'occlusion dentaire et les troubles de l'articulation temporo-mandibulaire n'est pas démontré. Les troubles articulaires seraient pour certains auteurs un symptôme de décompensation de l'organisme suite à un excès de contraintes imposées sur l'A.T.M. Et, lorsque les capacités d'adaptation de l'organisme sont dépassées, il y aurait apparition de signes physiques. D'autre part, la posture mandibulaire aurait une influence sur le système postural fin et, à l'inverse, le système postural fin pourrait modifier la posture mandibulaire.

5.2.2 Etat de la littérature :

Les travaux de Meyer et Baron (1973 et 1976) ont mis en évidence des relations neurologiques entre les A.T.M. et la posture dès les années 70 (variation de l'activité tonique

posturale orthostatique au cours d'une anesthésie régionale du trijumeau et participation des afférences trijéminalles à la régulation tonique posturale). Mais attention, les études anatomo-épidémiologiques les plus explicites nous rapportent qu'entre 70 et 97 % de la population présente un déplacement discal temporo-mandibulaire en occlusion d'intercuspidie maximale dès le stade denture lactéale. Ce déplacement discal peut être partiel ou complet. Le déplacement discal partiel est associé à un appui condylien sur la bande postérieure discale et la portion antérieure de l'attache rétro-discale. Le déplacement discal total est associé à un appui condylien exclusivement sur l'attache rétro-discale ou zone bilaminaire. Ce stade est en premier lieu réductible à l'ouverture buccale (déplacement discal réductible) mais pourrait devenir avec le temps irréductible (déplacement discal irréductible). Cependant, Okeson affirmait en 2006 au congrès de Nice du C.N.O. qu'une atteinte réductible ne devient qu'exceptionnellement irréductible. Son évolution aboutit parfois à un contact direct condyle-fosse mandibulaire qui à son tour peut donner lieu à une arthrose dégénérative. Ce déplacement discal peut, dans 5% des cas, être accompagné d'une limitation de l'ouverture buccale par formation d'adhérences fibreuses. La question que l'on peut logiquement se poser suite à ces constatations cliniques et statistiques est : les déplacements discaux temporo-mandibulaires seraient-ils physiologiques ?

D'autre part, un trouble de la posture mandibulaire en O.I.M. est à l'origine d'un dérangement temporo-mandibulaire de type subluxation condylienne associée à un déplacement discal temporo-mandibulaire. Ce dérangement temporo-mandibulaire favorise un appui condylien répété partiel ou total sur l'attache rétro-discale qui aboutit à une ostéoarthrite chronique. L'appui condylien peut être qualifié de stress mécanique par surcharges chroniques. Mais le remodelage adaptatif des surfaces articulaires reste insuffisant pour corriger les surcharges en présence ; d'autant qu'elles surviennent à chaque déglutition, mouvement de mastication ou épisode de « clenching » psychogène. Les circonstances biomécaniques entretiennent la lésion temporo-mandibulaire par pathologie articulaire de contrainte. Ce trouble postural temporo-mandibulaire chronique peut-il affecter la régulation du système manducateur et du système postural ?

Par ailleurs, il faut rappeler que ce dérangement temporo-mandibulaire peut aussi s'exprimer lors d'une posture mandibulaire en inoclusion dentaire, dite posture mandibulaire de repos. Dans ce cas, les étiologies pourront être posturales [81,128] et/ou psychosomatiques. Une étiologie mixte se retrouve chez les $\frac{3}{4}$ des patients de moins de 50 ans, tandis que l'intégralité des sujets de plus de 50 ans porte l'empreinte d'une étiologie mixte. Les influences de la posture mandibulaire sur le système postural fin ont été évoquées en neurophysiologie [73,81], en clinique [112,113,116], en stabilométrie [71] et lors de la marche [59]. Les influences de la posture du corps sur celle de l'appareil manducateur ont été plus rarement étudiées [120,128].

La majorité des études établit un lien entre la position mandibulaire et la posture corporelle ou cervicale. Attention, Motoyoshi et coll. concluaient en 2002 que l'altération de la posture de la tête n'influait pas l'occlusion.

5.2.3 Diagnostic : trouble temporo-mandibulaire et postural associés [175] :

Les désordres posturaux liés aux problèmes dento-manducateurs relèvent de deux grandes étiologies : la première comprend une rétroposition condylienne, une antéposition méniscale et une supraclusion excessive ; la seconde, une rétroascension condylienne, une antéposition méniscale et une perte des rapports postérieurs.

Le clinicien doit pouvoir répondre aux questions essentielles qui nous occupent :

- il doit pouvoir affirmer la réalité de la dysfonction cranio-mandibulaire par un interrogatoire, un examen clinique précis et des examens radiologiques complémentaires (le motif de consultation est souvent éloigné de la région crânienne). Le but est avant tout d'éliminer une origine tumorale, infectieuse, inflammatoire, auto-immune...

- il doit pouvoir relier la plainte du patient à cette dysfonction cranio-mandibulaire. 20% de la population présente une dysfonction cranio-mandibulaire mais les douleurs rapportées ne sont pas toujours liées à cette dysfonction ;

- il doit étudier les répercussions organiques (par un examen clinique minutieux) et psychologiques (par un interrogatoire adapté) de cette dysfonction ;

- il devra à terme décider de la meilleure stratégie thérapeutique et du besoin éventuel d'une prise en charge du point de vue psychothérapique.

5.2.3.1 Entretien clinique :

Cet interrogatoire doit avant tout rechercher la présence de signes subjectifs ou ressentis par le patient dans la région temporo-mandibulaire. Il faut s'enquérir de la présence d'algies oro-faciales (crampes de l'appareil musculaire masticateur, céphalées de tension, douleurs de l'oreille, de la face, des mâchoires et/ou des dents) mais aussi douleurs sur des sites éloignés de l'appareil manducateur. Il faut rechercher la présence de bruits articulaires (claquements, craquements et/ou crissements), de difficultés à mastiquer, de perturbations du chemin d'ouverture en quantité (limitation de l'ouverture) et en qualité (trajet dévié du plan sagittal médian). Il peut aussi y avoir d'autres signes à types de vertiges ou d'acouphènes... L'interrogatoire, très précis, explore tout d'abord les modes de la douleur, les éventuels traumatismes de la face ou du rachis cervical (coup du lapin), les soins dentaires et/ou orthodontiques, les antécédents obstétricaux et chirurgicaux. Il s'intéresse aussi au mode de vie du patient : son sommeil, ses activités de loisir, sa profession, son alimentation et son hygiène de vie. On y recherche les signes du stress (onychophagie, bruxisme diurne et/ou nocturne, troubles alimentaires, insomnie, prise d'anxiolytiques, antidépresseurs ou somnifères, tabagisme, alcoolisme) et les situations délétères pour l'A.T.M. (mastication unilatérale, position de sommeil tournée toujours du même côté, prise excessive de chewing-gum ou d'aliments durs type sandwich dans un contexte de stress). L'interrogatoire précise le motif principal de consultation. Il recherche la localisation, le type, l'horaire, les facteurs aggravants, déclenchants ou apaisants des troubles. Il précise la durée, l'intensité de la

douleur et recherche la présence de troubles associés. Il récapitule les différents traitements déjà tentés pour traiter la dysfonction.

5.2.3.2 Examen clinique : les méthodes diagnostiques :

Jaïs (1995) suit un protocole bien précis et très complet pour l'analyse des troubles craniomandibulaires et leurs incidences posturales. L'inspection apprécie l'attitude du sujet, debout *de face* (cicatrices, asymétrie de la face bouche ouverte et fermée, déjettement du bassin, flessum du genou, axe des pieds, alignement front-nez-menton-sternum-ombilic), *de profil* (valgus ou varus du pied, alignement malléole-genou-grand trochanter-scapulum-conduit auditif externe) *et de dos* (flexion, extension, latéralité droite ou gauche, scoliose, méplat, axe des genoux, du bassin, des pieds et position du scapulum). Le praticien examine toutes les articulations dans toutes les mobilités. La palpation fine du traitement test dit de Little John (massage-relaxation analytique de toutes les articulations) permet de détecter les perturbations des chaînes musculaires fonctionnelles et les points gâchettes de Travell. L'examen clinique ostéopathique est complété par des tests de kinésiologie permettant de localiser l'hypertonie et l'origine des troubles. Ces tests apprécient la résistance musculaire pour étudier le potentiel de contraction d'un muscle témoin en réaction à une force extrême qui lui est appliquée. Le test doit être assez précis pour ne solliciter qu'un seul muscle. Jaïs utilise le deltoïde et le grand dorsal pour les tests effectués debout, le tenseur du fascia lata (membre inférieur), le grand dorsal et la flexion du bras contre résistance (membre supérieur) pour les tests en décubitus dorsal. Une batterie de tests précise la latéralisation de la main, de l'œil, du pied, de l'oreille et de la mandibule. Enfin, l'analyse du système postural fin recherche une asymétrie du tonus postural orthostatique grâce à la verticale de Barré et au test de Romberg. Les tests des pouces montants, des rotateurs de hanche et le test de Fukuda (bras le long du corps pour ne pas mettre en tension les muscles des chaînes postérieures) viennent confirmer les résultats de la palpation fine ostéopathique et des tests kinésiologiques. L'examen au podoscope est systématique et l'on peut recourir à des prismes pour tester les muscles oculo-moteurs.

5.2.3.2.1 Procédure de Meerssman [111] :

Posturologues et ostéopathes ont très généralement adopté pour l'examen clinique de l'articulation temporo-mandibulaire et de ses atteintes, la procédure de Meerssman décrite en 1988. Son principe consiste à interroger les variations anormales de l'équilibre tonique entre deux muscles, ou deux groupes musculaires droit et gauche, lorsqu'on modifie la position d'un segment corporel. Les cliniciens utilisent souvent le test des rotateurs externes de hanche [63] pour mettre en évidence les conséquences qu'entraîne la variation de la position de la mâchoire, lorsqu'elle passe de la position de repos à l'O.I.M. ou de la position de repos à l'interposition d'un plan de morsure. Ce test se pratique patient allongé sur le dos, les bras le long du corps, le regard au plafond ; la bouche est fermée, mais les dents ne se touchent pas. L'interposition d'un fin plan de morsure modifie l'intercuspitation et constitue l'une des étapes de la recherche par le posturologue d'une interférence mandibulaire dans la régulation posturale [71]. Meerssman précise que chaque situation peut être stabilisée par une marche de quelques pas et un à deux mouvements de déglutition. Mais, une étude a montré que les précautions suggérées par Meerssman sont sans doute inutiles dans la pratique du test des rotateurs. Il est en effet, parfaitement possible de répéter le test dans différentes situations

(notamment d'acuspidation ou de non cuspidation, d'intercuspidation habituelle et d'intercuspidation modifiée), sans obliger le sujet à se lever, marcher et déglutir, lorsque l'asymétrie du tonus constitue la réponse étudiée à la rotation passive des membres inférieurs [146].

5.2.3.2.2 Axiogrammes posturaux [128] :

Une étude portant sur 50 patients souffrant d'un S.A.D.A.M. a tenté de mettre en évidence les précontraintes posturales sur les A.T.M. Les auteurs ont utilisés pour ce faire un axiograph®, qui détermine la position axiale terminale du centre du mouvement condylien mandibulaire et permet de visualiser la projection de sa cinématique dans un plan sagittal. Après port d'une gouttière occlusale durant plus de 15 jours, on peut espérer obtenir un reconditionnement musculaire local (suppression des éventuels mouvements mandibulaires parasites qui pourraient fausser l'examen). Ils ont émis l'hypothèse que la comparaison des axiogrammes réalisés assis (objective la posture spatiale condylienne statique et dynamique, sans autre influence que celle des muscles manducateurs et des structures intra-articulaires) et debout (met en jeu l'ensemble des afférences posturales et permet d'apprécier leur retentissement éventuel sur la posture mandibulaire, au repos et en situation dynamique) permettait de jauger l'influence de la posture sur l'appareil manducateur. Une modification de l'axiogramme est prise en compte lorsque la position condylienne en situation debout dépasse d'au moins un mm celle prise en station assise. Cette remontée du condyle dans l'A.T.M. engendre une surcharge intra-articulaire appelée précontrainte. On observe trois situations : la position axiale terminale et l'ouverture en situation assise et debout sont confondues (absence de précontrainte posturale), la position axiale terminale en situation debout est au-dessus de la position axiale terminal en situation assise et les ouvertures sont confondues, la position axiale terminal et l'ouverture en situation debout se situent au-dessus et sont parallèles à la position axiale terminale et l'ouverture en situation assise. En aucun cas, l'axiogramme en situation debout ne s'est trouvé sous l'axiogramme en situation assise.

Dans cet échantillon, la fréquence de présence des précontraintes réactionnelles d'origine posturale d'au moins 1 mm est de 57% et 10% des individus présenteraient une précontrainte d'au moins deux mm. L'âge influence leur fréquence avec 50% des moins de 25 ans, 56% entre 26 et 49 ans et 86% au delà de 50 ans. Les femmes sont 4 fois plus touchées que les hommes et la moyenne d'âge en fonction du sexe est plus élevée chez la femme (32 ans contre 21 ans pour les hommes). Les auteurs précisent que les dérangements de l'A.T.M. touchent plus souvent les jeunes (50% des individus ont moins de 24,5 ans). Ils rapportent en outre que la fréquence des précontraintes ne dépend pas du terrain pathologique rencontré (troubles musculaires isolés avec disque centré, luxations discales réductibles ou irréductibles). La variabilité de fréquence des précontraintes dans chaque groupe de pathologie est supérieure à la variabilité entre groupes. Donc pour les auteurs, la fréquence des précontraintes ne subit pas d'influence notable du terrain pathologique articulaire. Cela viendrait confirmer l'hypothèse de l'origine posturale des précontraintes. De plus, le port de semelles orthopédiques aurait une action inhibitrice des précontraintes des ATM selon leurs constatations cliniques et axiographiques.

A ce jour, seules les contraintes articulaires d'origine occlusale ou para fonctionnelle sont recherchées et traitées par l'occlusodontiste. Pourtant, si l'A.T.M. subit des précontraintes posturales, celles-ci s'exprimeront bien plus souvent que d'éventuelles contraintes occlusales. L'occlusodontiste se devrait, selon les auteurs, de rechercher non seulement une étiologie occlusale, mais aussi, et surtout, une étiologie posturale générale. Les auteurs précisent que la

fréquence des précontraintes augmente avec l'âge pour atteindre 86% chez les plus de 50 ans. Ils recommandent l'association systématique de l'occlusodontiste et du posturologue pour les consultations des plus de 50 ans et espèrent combiner les résultats des axiogrammes posturaux des occlusodontistes aux enregistrements stabilométriques des posturologues pour apporter aux plus jeunes des traitements globaux plus performants.

5.2.3.2.3 Stabilométrie [126] :

Barelle (thèse sur les troubles occluso-fonctionnels dans le cadre des régulations posturales globales de 1971) a tenté de prouver que la neuro-musculature orale et la neuro-musculature globale sont étroitement liées par des recherches pratiques sur un statokinésimètre. Dans le cas de dysfonction, de bruxisme ou d'altération de la musculature masticatrice, il existerait une augmentation importante des mouvements de redressement pour maintenir la posture de l'individu. La rétrusion mandibulaire entraînerait une modification stabilométrique de l'équilibre antéro-postérieur, notamment un recul sur l'axe des Y. Malheureusement, son étude comprenait un nombre insuffisant de sujets tests pour être vraiment fiable. Mais elle reste incontournable car elle représente les débuts de la stabilométrie. De nombreuses études ont suivies (voir chapitre 5.1.3.3.).

5.2.4 Explications sur le plan anatomique (hypothèses non validées) [129] :

De 70 à 97% de la population présenterait un dérangement temporo-mandibulaire par trouble de la position mandibulaire de référence. Ces ostéoarthropathies à point de départ nociceptif rétro-discal seraient à l'origine de réflexes posturaux adaptatifs. Le caractère répétitif et chronique de ces réponses posturales (la déglutition place les dents en O.I.M. de 500 à 2000 fois par jour) aboutirait à un cumul de projections nociceptives à celles sensori-proprioceptives dans la formation réticulaire. Ceci conduirait à une hyperactivité réticulaire à l'origine d'une hyperexcitation des motoneurones gamma (tête et cou, tronc et membres), source d'hypertonie et de spasticité des muscles posturaux. Selon les constatations cliniques, ce type de dystonie pourrait être suspecté comme source de dysfonctions musculo-squelettiques crânio-mandibulaires et générales. Celles ci pourraient s'exprimer en clinique :

- sur le plan statique : présence d'anomalies morphostatiques de types bascules et/ou rotations des plans scapulaire et pelvien avec déport de segments corporels du type torticollis céphalique antérieur ; dérèglement de la station debout.

- sur le plan dynamique : présence de dyskinésies de type limitations d'amplitude articulaire (notamment en ce qui concerne l'ouverture buccale) ou incoordinations neuro-musculaires lors du chemin d'ouverture et de la marche.

Les périodes de « clenching » psychogènes sont considérées comme des troubles aggravants ces phénomènes posturaux [78] et des fibromyalgies le plus souvent cervico-faciales matinales et/ou nocturnes peuvent y être associées [21]. A ces fibromyalgies peuvent s'associer des céphalées référées [163] et/ou des myalgies à distance.

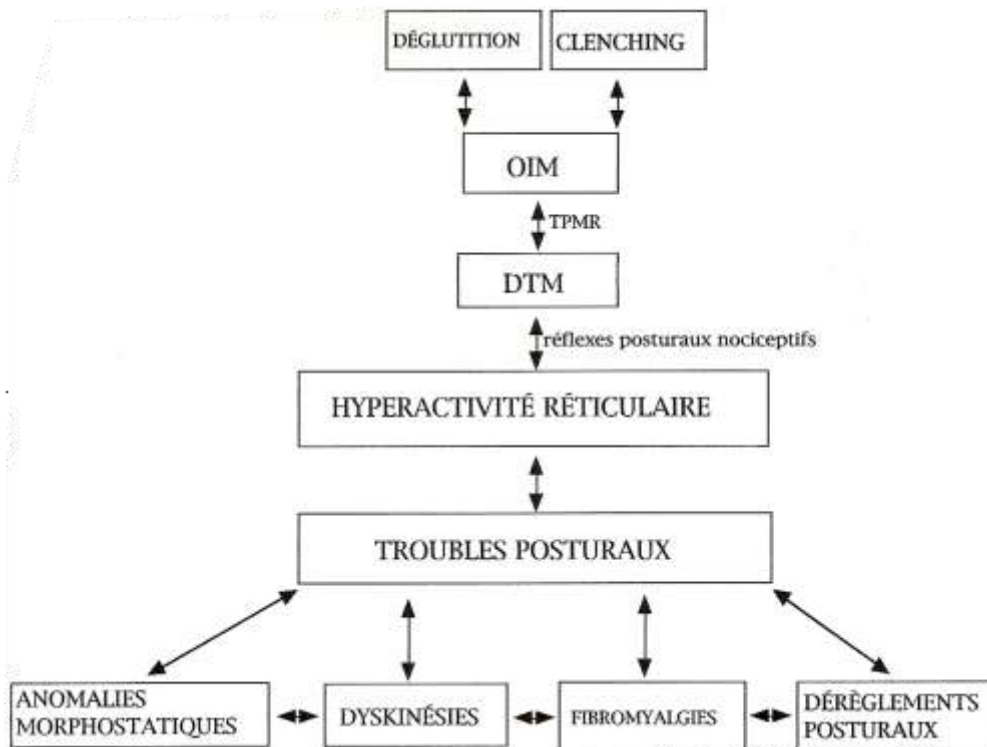


Figure 74 - Modèle neuro-physiologique des troubles posturaux d'origine temporo-mandibulaire (d'après Perez 2006)

Une lésion chronique temporo-mandibulaire occlusodontogène est à l'origine de deux types de réponses neurologiques : l'une locale et les autres à distance.

- les réponses réflexes locales et supra-segmentaires : la réponse locale neurochimique, type réflexe d'axone entretient la rétrodiscite. On parle d'inflammation neurogène. Cette réaction se produit au niveau des terminaisons libres, nocicepteurs ou mécanorécepteurs de type III ou IV, présents en masse dans l'attache rétro-discale et est induite par la présence de résidus de fragmentation dans la matrice extra-cellulaire (collagène, fibronectine et fibroblastes). Ce réflexe aboutit à la sécrétion par les terminaisons libres de substance P (activant les mastocytes) et de CGRP. Ces substances vont être responsables d'une vasodilatation capillaire favorisant la diapédèse de l'exsudat inflammatoire, catalyseur de la cicatrisation. Les réponses neurologiques à distance seront de deux types : réflexe supra-segmentaire et sensitivo-cortical. Mais la douleur corticale d'un rétrodiscite temporo-mandibulaire est peu fréquente et sa régulation spécifique reste mal connue.

- les réflexes posturaux adaptatifs : les réponses à distance sont de type nociceptif, c'est-à-dire que la rétrodiscite temporo-mandibulaire chronique entretient ces réflexes. La répétitivité de ceux-ci induira des dystonies des muscles axiaux participant au maintien de la posture orthostatique et vraisemblablement à la locomotion. Ces réflexes d'un point de vue fonctionnel peuvent être qualifiés de posturaux adaptatifs.

La portion afférente va être commune aux trois types de réflexes (voie manducatrice, voie

oculomotrice et voie pour le cou, le tronc et les membres). Deux neurones afférents la constituent. Le point de départ de cette portion sensitive trigéminal correspond aux terminaisons libres au contact du tissu lésé dans l'attache rétro-discale. Ensuite, le protoneurone véhicule l'influx par le nerf auriculo-temporal (branche du V3). Ce protoneurone se projette dans le noyau spinal du complexe sensitif du V (au niveau de son sous-noyau caudal, qui, d'un point de vue morpho fonctionnel peut être assimilé à la corne dorsale spinale). Le deutoneurone part de ce même noyau et se projette dans la formation réticulaire latérale, recueillant l'ensemble des informations nociceptives provenant des nerfs crâniens et spinaux. Cette formation a pour rôle principal de coordonner l'activité posturale et motrice de l'individu. La formation réticulaire a donc un rôle prépondérant dans la régulation du tonus musculaire postural, notamment dans les réflexes posturaux à point de départ temporo-mandibulaire.

La portion efférente est de trois types :

La voie efférente manducatrice : elle finalise le réflexe trigémino-manducateur qui aboutit à une réponse locale posturale adaptative mandibulaire. Le neurone efférent de premier ordre se projette dans le noyau moteur du V. Dans ce même noyau, il fait relais avec un interneurone comme cela se produit au niveau spinal. C'est le dernier site de traitement des influx prémoteurs. De celui-ci vont partir des motoneurones gamma (se terminant au niveau des plaques motrices des fibres intrafusales) et des motoneurones alpha (se terminant au niveau des plaques motrices des fibres extrafusales). Leur action simultanée induit une action tonico-phasique et dynamique sur les muscles propulseurs et abaisseurs de la mandibule (ils agissent notamment sur le ptérygoïdien latéral). Ce réflexe permet une antéposition mandibulaire adaptative entre deux déglutitions et corrige les contraintes rétro-discales induites par les condyles mandibulaires lors de la déglutition. Cette réponse est dite trigémino-réticulo-motrice.

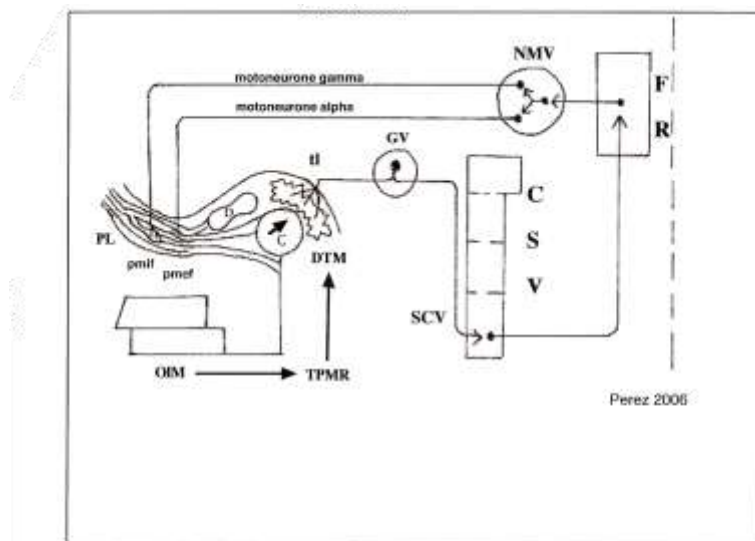


Schéma du réflexe postural manducateur d'origine temporo-mandibulaire: voie trigémino-réticulo-motrice. OIM : occlusion d'Intercuspidie maximale; TPMR : Trouble de la position mandibulaire de référence; DTM : dérangement temporo-mandibulaire; il : Terminaison libre; GV : Ganglion sensitif du V; CSV : Complexe sensitif du V; SCV : Sous-noyau caudal sensitif du V; FR : Formation réticulaire; NMV : Noyau moteur du V; PL : muscle ptérygoïdien latéral; pmif : Plaque motrice infra-fusale; pmef : Plaque motrice extra-fusale.

Figure 75 -Voie trigémino-réticulo-motrice (d'après Perez 2006)

La voie efférente oculomotrice : le réflexe trigémino-oculomoteur aboutit à une réponse régionale oculomotrice. Trois neurones successifs vont constituer cette voie avec un relais au niveau des noyaux oculomoteurs ; ce type de réflexe va permettre, par l'intermédiaire du système oculo-céphalo-labyrinthique, une posture céphalique adaptative entre deux déglutitions. Cette réponse est donc trigémino-réticulo-oculomotrice.

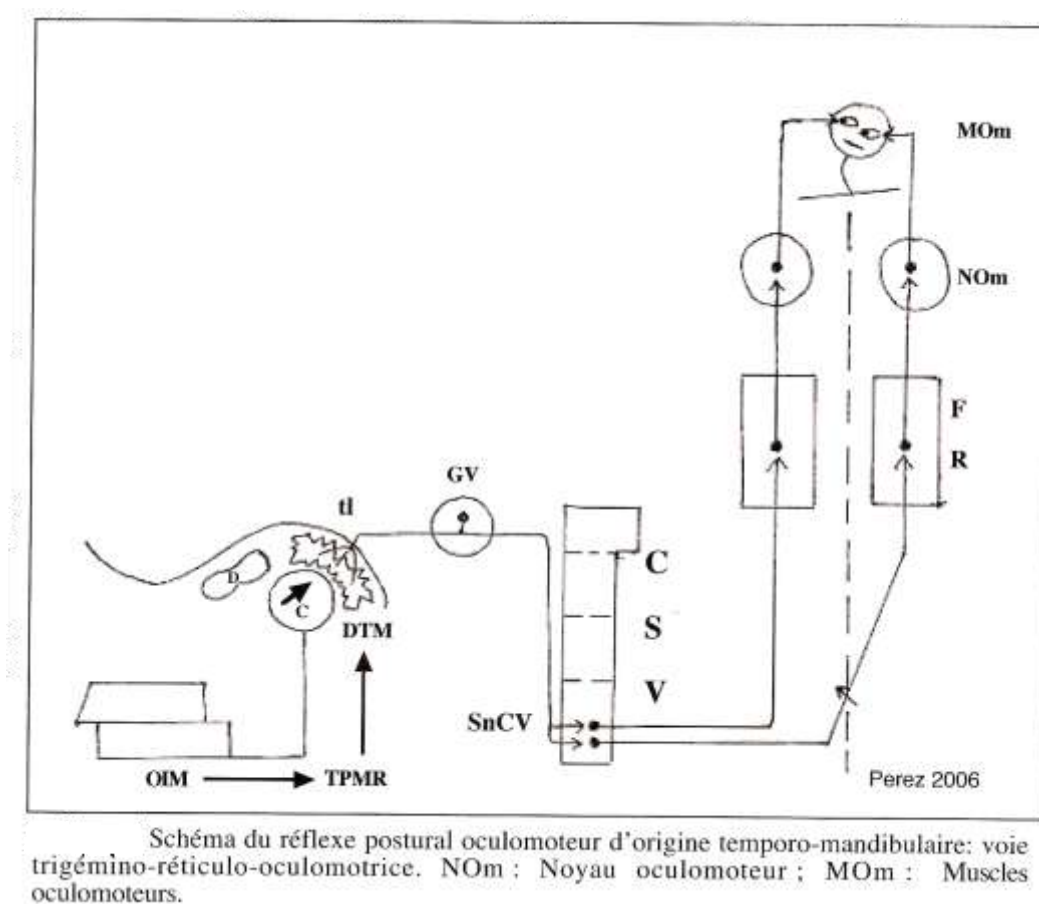


Figure 76 - Voie trigémino-réticulo-oculomotrice (d'après Perez P.R.)

La voie efférente cou, tronc et membres : le réflexe trigémino-moteur du cou, du tronc et des membres se termine avec trois neurones efférents successifs. Cette voie n'a elle, pas de participation directe avec des nerfs moteurs crâniens. De ce fait, le relais se produit dans la moëlle épinière et permet, par l'intermédiaire des muscles nucaux innervés par le plexus cervical C1-C4, de développer une posture adaptative de la tête, des épaules, du tronc, des hanches, des genoux et des pieds entre deux déglutitions. Cette réponse est dite trigémino-réticulo-spino-motrice.

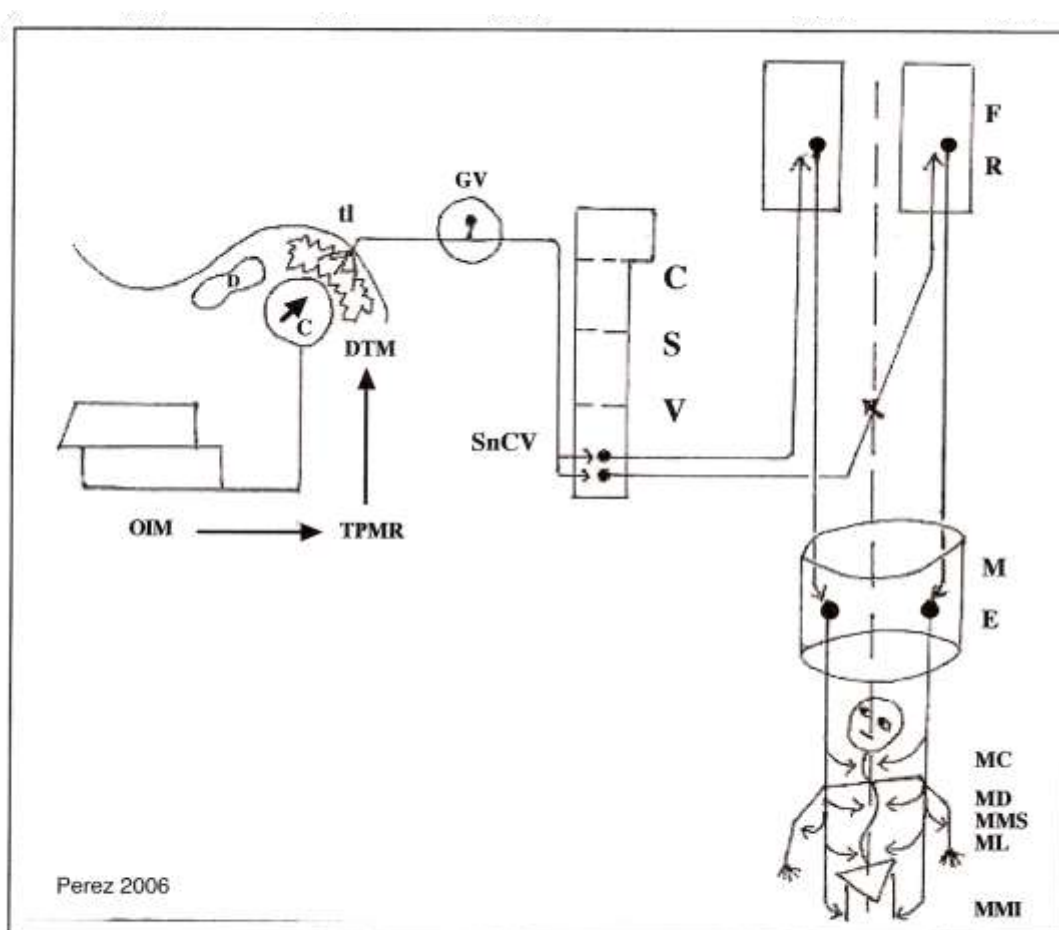


Schéma des réflexes posturaux cou, tronc et membres d'origine temporo-mandibulaire: voies trigémino-réticulo-spino-motrices. ME : Moelle épinière ; MC : Muscles du cou ; MD : Muscles dorsaux ; MMS : Muscles des membres supérieurs ; ML : Muscles lombaires ; MMI : Muscles des membres inférieurs.

Figure 77 - Voies trigémino-réticulo-spino-motrices (d'après Perez 2006)

Cet ensemble de voies réflexes nociceptives fournirait, d'après Perez, un modèle neurophysiopostural qui met en évidence l'existence d'une réponse corporelle globalisée adaptatrice face à un dérangement temporo-mandibulaire.

5.2.5 Traitement à mettre en œuvre :

J'ai fait le point en 1995 des traitements proposés face à des patients souffrant d'une dysfonction cranio-mandibulo-rachidienne ou d'un SCUDD (Spine Craniomandibular Ubiquitary Dystonic Disorder ou dysfonction dystonique cranio-mandibulo-rachidienne). Il juge le traitement actuel très décevant : les *AINS* et les *corticoïdes* sont sans effet ; les *antalgiques périphériques* ou les *associations codéinées* apportent un soulagement très partiel et ne peuvent servir au long cours. Les *benzodiazépines* ne jouent pas sur la douleur et aggravent l'asthénie. Les *myorelaxants* et les *antidépresseurs tricycliques* (traitement de

référence) ont une efficacité variable. La *magnésothérapie* ou *vitaminothérapie* est appréciée des patients, mais leur efficacité n'est pas prouvée et leur action relève peut être plus du placebo, car les patients apprécient aussi le fait que le traitement soit doux et naturel. Les *techniques de contre-stimulation* (TENS, US, acupuncture, infiltrations locales) ont peu d'intérêt. Le *repos*, la *rééducation standard* ou *Mézières* sont très décevants. *L'activité physique de dérouillage et le stretching* sont plus intéressants, de même que l'application de *chaleur* par son effet antalgique. La *correction des mauvaises postures*, la *bonne hygiène de vie* et *l'apprentissage d'une relaxation* (par training autogène ou autohypnose Ericksonienne) sont à recommander.

Les dysfonctions cranio-mandibulo-rachidiennes nécessitent une prise en charge thérapeutique pluridisciplinaire efficace en évitant une prise en charge lourde d'emblée et/ou la prise en compte d'une seule piste : pour les parafunctions (bruxisme, serrement, déglutition atypique), le traitement occlusal et/ou ostéopathique suffit parfois, mais il faut souvent s'aider, pendant quelques mois de gouttières (soit de repos nocturne, soit de repositionnement et dans ce cas, on utilise souvent des hémigouttières type Lumbroso ou Nahmani), voire dans certains cas, des séances de relaxation (hypnose Ericksonienne). La thérapeutique évite avant tout les traitements irréversibles et commence par des petits moyens (déspasmage, dégrippage), prend en compte l'aspect psychologique, corrige les troubles occlusaux importants (édentation partielle ou totale, extractions non compensées, prothèses amovibles ou fixes inadaptées, soins d'orthodontie nécessaires...), les problèmes dentaires infectieux (kystes, granulomes, abcès...) et les lunettes inadaptées (par défaut de centrage des verres ou mauvaise correction dioptrique). Souvent, cela ne s'avère pas suffisant : il faut alors se pencher sur la sole plantaire, l'os hyoïde, les dysfonctions cranio-mandibulo-sacrées et intervertébrales et le rachis cervical.

L'orthopédie mandibulaire, dans les trois plans de l'espace, a pour objectif de tendre vers une réduction optimale de la subluxation condylienne ; c'est-à-dire de rechercher une relation centrée condyle-fosse mandibulaire qui soit atraumatique pour les tissus interarticulaires. Cette correction permet la plupart du temps une réversibilité de la rétrodiscite chronique et l'obtention d'une métaplasie adaptative fibro-cartilagineuse visible à l'I.R.M. (Burkitt et Perez en 1996). Du coup, les réflexes nociceptifs posturaux d'origine temporo-mandibulaire en O.I.M. n'ont plus lieu d'être. Les fonctions neuro-musculaires posturo-locomotrices perturbées pourraient être réhabilitées (cinématique mandibulaire, oculomotricité, rotation céphalique...). L'impact d'une correction de la position mandibulaire de référence sur les paramètres oscillatoires et sémiologiques posturaux a été analysée par I.R.M. Une subluxation condylienne associée à un déplacement discal total réductible à l'ouverture buccale peut après traitement par orthopédie posturale mandibulaire sur orthèse amovible mandibulaire aboutir à une réduction de la subluxation condylienne avec correction totale du déplacement discal [129].

Chez le jeune entre 8 et 10 ans, les dysfonctions des A.T.M. sont déjà fréquentes (enfants en denture mixte). Sa prise en charge précoce par orthopédie mandibulaire avec gouttière préalablement au traitement orthodontique de la malocclusion est nécessaire. En effet, la correction orthodontique ne permet pas de traiter la luxation discale en place et ce simple traitement revient en fait, à aligner des dents sur une mâchoire de travers. En présence d'un dérangement articulaire installé, la croissance fixera le trouble, demandant par la suite des moyens thérapeutiques plus invasifs et plus coûteux pour un moins bon résultat. Cependant, cette remarque ne découle pas d'un essai clinique comparatif ; il s'agirait de simples constatations découlant d'un exercice quotidien [129].

5.3 Muscles manducateurs et posture :

5.3.1 Hypothèse :

Il semblerait que les patients déclenchant un D.A.M. soient des patients stressés, tendus, chez lesquels, on retrouve à la palpation, une hypertonie musculaire manducatrice et même cervicale. Ces patients ont des plaintes qui se rapportent souvent à des zones très éloignées de la sphère dentaire et qui font penser que toute tension, contraction ou relâchement des muscles masticateurs se répercutera au niveau de la musculature générale et qu'en dehors des cas où l'individu parvient à s'adapter en adoptant une posture de compensation, un déséquilibre occlusal influe directement sur le système postural avec un possible retentissement sur les performances musculaires (limitation des mouvements, contractures et fatigue notamment). Il est important de savoir que lors de l'effort et juste avant celui-ci, le sportif recherche une position mandibulaire qui le place en position d'occlusion dentaire particulière, appelée position mandibulaire d'équilibre musculaire optimale (P.M.E.M.O.). Dans cette situation, tous les muscles sont en équilibre [127]. L'incidence des malocclusions sur cette posture si particulière s'explique par le fait que, lors d'un effort intense et rapide, il est obligatoire de se mettre en apnée et de serrer les dents. Dans ce cas précis, la performance sportive peut être minorée par l'existence d'une dysfonction occlusale qu'il conviendra de traiter par le biais d'une gouttière. Les conclusions des thèses sur les sportifs de haut niveau réalisées à Lyon sous l'égide des professeurs Perdrix et Pirel, font état que le port de la gouttière équilibrant le système manducateur augmenterait la puissance musculaire, la résistance à l'épuisement et permet une meilleure récupération post-compétition (mais cela n'est pas démontré et reste une hypothèse).

5.3.2 Etat de la littérature :

Depuis Mézières (gymnastique statique en 1947), Piret et Béziers (la coordination motrice en 1971), Struyf-Denis (les chaînes musculaires et articulaires en 1982), Souchard (élève et assistant de Mézières qui écrivit le livre la méthode Mézières en 1992), Campignon (les chaînes musculaires et articulaires, méthode G.D.S en 1996) et Busquet (les chaînes musculaires tome 1 à 6 de 2001 à 2004), le concept de chaînes musculaires permet de mieux comprendre les retentissements à distance d'un trouble proprioceptif localisé ou d'un déséquilibre statique (le système proprioceptif étant représenté par les chaînes musculo-articulaires). Ces travaux ont donné naissance en ostéopathie au concept de suite mécanique lésionnelle descendante ou montante à partir d'une lésion ostéopathique. Nahmani, selon le concept posturo-kinésiologique, parle en 1995 de chaînes musculaires croisées antérieures et postérieures ou de chaînes antérieures et postérieures en dysfonction, en relation avec des dysfonctions de positionnement mandibulaire. Il établit une relation étroite entre un déséquilibre du système mandibulo-cranio-sacré et un déséquilibre morphostatique.

En 1977, Gelb avait aussi commencé à proposer et soutenir d'éventuelles corrélations entre A.T.M., posture et prestations musculaires au travail et dans le sport, en soutenant que dans

les cas de mauvaise occlusion dentaire, la posture de la mandibule exige un ajustement musculaire chronique qui mène à un trouble du système postural. Il fait ainsi le lien entre l'occlusion, l'A.T.M. et le système musculaire de l'appareil manducateur et montre que ces divers éléments sont liés en physiologie comme en pathologie.

D'autre part, on sait depuis Maness, Chapman et Osorio (1991) que la position de la tête détermine en partie les contacts dento-dentaires et réciproquement. La position de la tête dans l'espace est déterminée par les capteurs périphériques (vision rétinienne, équilibre oculomoteur et système otolithique) mais aussi par l'équilibre tonique des chaînes musculaires qui s'attachent toutes à la base du crâne. Les chaînes musculo-articulaires représentent le système proprioceptif dont les informations neuro-sensorielles associées aux autres capteurs définissent le système postural fin qui nous situe dans notre environnement.

En 1995, Jaïs établit une vaste étude portant sur plus de 500 cas (455 D.C.M. ou dysfonctions cranio-mandibulaires et 276 S.P.I.D. ou syndrome polyalgique idiopathique diffus). Après avoir défini le cadre clinique et la méthode diagnostique, il classe les différents symptômes rapportés en fonction des profils de latéralité (main, œil et pied). Ces observations lui permettent de se pencher sur les raisons anatomiques qui relient les causes et conséquences. Il relie alors la dyslatéralisation aux parafunctions, causes de fatigue musculaire et donc des troubles dits SCUDD.

Par Faugouin (1998), nous savons qu'une modification asymétrique par ajout d'une épaisseur sur le secteur molaire et prémolaire d'un côté entraîne une réponse hypotonique des muscles extenseurs des mains et des rotateurs externes de hanche homolatérale à l'ajout, en situation yeux ouverts uniquement. Elle provoque aussi une modification significative du schéma morphostatique de la ceinture pelvienne en décubitus sans systématisation possible. L'hypothèse explicative des rapports entre l'occlusion et la posture passerait par les lois du tonus musculaire et de la proprioception. Un trouble proprioceptif par modification d'un équilibre tonique musculaire localisé est un élément d'information qui va modifier l'équilibre tonique postural global, perturber nos oscillations posturales et modifier la perception de notre référence corporelle dans son environnement.

La même année, une étude concluait qu'il y a corrélation entre la position neuromusculaire de l'articulation temporo-mandibulaire et la posture globale du corps. La position du barycentre dépend de la position mandibulaire et de l'état musculaire : l'équilibre serait meilleur en position myocentrée [22].

En outre, les muscles masticateurs auraient un fonctionnement différent en cas de déformation de l'arrière pied (pied valgus ou pied plat). Les auteurs expliquent ce fait par l'activation de longues chaînes ostéo-arthromusculaires reliant le pied et le reste de l'organisme. Le pied étant posé différemment, les mécano-récepteurs des structures tendineuses de la sole plantaire recevraient des informations différentes, provoquant une réponse différente [165].

5.3.3 Diagnostic : trouble musculaire de l'appareil manducateur et trouble postural associés :

5.3.3.1 Entretien clinique :

Les signes fonctionnels plus en rapport avec le système musculaire doivent être recherchés auprès du patient :

- le patient serre-t-il les dents le jour ou la nuit (bruxisme centré ou clenching) ?
- le patient grince-t-il des dents le jour ou la nuit (bruxisme excentré ou grinding) ?

Il ne faut pas hésiter à interroger le conjoint, qui lui seul saura répondre à la question du bruxisme nocturne ;

- le patient présente-t-il des douleurs spontanées des régions auriculaires, temporales, sous mandibulaires, masséterines, cervicale et nucale ? À la palpation ? À la mastication ?
- si le patient est jeune, a-t-il sucé ou suce t-il encore son pouce ?

5.3.3.2 Examen clinique : les méthodes diagnostiques :

Des muscles qui fonctionnent dans des conditions physiologiques normales doivent être indolores à la palpation. Il faut le vérifier au niveau de tous les muscles masticateurs.

Les trois faisceaux du muscle *temporal* se palpent dans la fosse temporale, sur une ligne joignant l'extrémité externe de l'arcade sourcilière à un point situé un centimètre au-dessus du tragus, le faisceau antérieur au bord de l'arcade, le postérieur au bord du pavillon de l'oreille, le moyen entre les deux. On les sent se gonfler sous les doigts lorsque le sujet serre les dents. Le *masséter* se palpe contre la branche montante du maxillaire inférieur, classiquement à la hauteur du milieu de son bord antérieur.

Les *ptérygoïdiens* sont atteints du bout de l'index introduit dans la bouche entre l'arcade supérieure et la joue, et dirigé en haut et en arrière. Ils sont souvent très douloureux ; il est donc inutile d'appuyer vigoureusement au premier abord.

En palpant les *muscles du cou*, on constate souvent une douleur à leur niveau, du même côté que sur les muscles masticateurs et parfois en association : masséter et sterno-cléido-mastoïdien, ptérygoïdien et trapèze.

5.3.4 Explications sur le plan anatomique [87] :

Cette présentation est basée sur les travaux de Busquet, Mézières, Favre et Ceccaldi :

Le système droit antérieur unit la tête au thorax avec un relais sur le maxillaire inférieur, l'os hyoïde et le sternum par le biais des temporaux, masséters, sus et sous hyoïdiens, sterno-cléido-occipito-mastoïdien et scalènes. Il joue une fonction d'enroulement du corps sur lui-même.

Le système droit postérieur possède une fonction de ressort de rappel sur l'antérieur et de redressement par le biais de la masse sacro-lombaire, le diaphragme, l'épi-épineux, les transversaires épineux, les multifides rotateurs, le complexe, le splénus et les sous-

occipitaux. Ces derniers sont en rapport avec le système croisé. *Le système croisé antérieur* comporte un faisceau postérieur du temporal puis le SCOM, le petit pectoral, les abdominaux supérieurs et puis un croisement à l'ombilic avec les abdominaux inférieurs du côté opposé, le psoas iliaque, les adducteurs et les jambiers. *Le système croisé postérieur* comporte le temporal, le trapèze, le carré des lombes, l'articulation sacro-iliaque opposée et le membre inférieur.

La présence de chaînes musculaires permet de mieux comprendre les conséquences d'une suroccclusion unilatérale : 1 mm de surépaisseur entraîne un glissement minime de la mandibule vers l'avant, donc une contracture du côté de la malocclusion du faisceau antérieur du temporal et un étirement du côté inverse ; le faisceau postérieur se relâche de ce même côté et se contracte de l'autre. Par le jeu des chaînes musculaires, le SCOM se contracte tandis que le trapèze se retrouve étiré du côté de la suroccclusion (l'inverse se produit de l'autre côté). La tête du patient s'incline du côté du SCOM contracturé. L'horizontalité du regard et le bon placement des canaux semi-circulaires ne sont plus assurés. De plus, le SCOM travaille en synergie avec les muscles sous-occipitaux : l'épaule se contracte et se relève du côté atteint, ce qui entraîne au niveau du bassin et de l'iliaque une rotation compensatrice et un abaissement d'où le blocage de la sacro-iliaque et la postériorisation de l'ilium avec pseudo-jambe courte.

Dans le cas des dysfonctions cranio-mandibulo-rachidienne et des SCUDD, on sait que l'atlas s'insère sur la base du crâne entre les deux A.T.M. et légèrement en arrière. Les trois premières cervicales ont donc des rapports tendineux et aponévrotiques avec les A.T.M., ce qui entraîne des conséquences sur l'ensemble du rachis et le bassin par le jeu des chaînes musculaires.

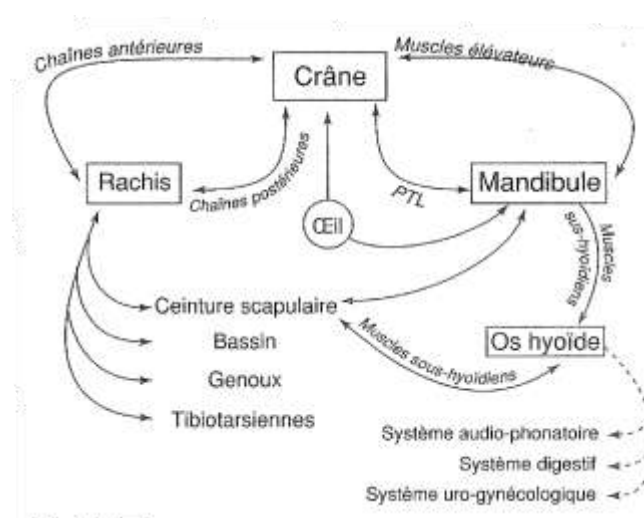


Figure 78 - Schéma général des interactions intervenant dans la pathologie de SCUD et du SPID (d'après Brodie 1941, modifié par Gagey et Weber 1995)

Attention, la terminologie du terme SCUDD n'a pas fait l'objet de table ronde comme j'ai pu le retrouver pour le SDP de Da Cunha. Cependant, mes recherches sur google montrent que Jaïs est le seul auteur à avoir étudié le SCUDD et à en parler dans ses publications. Il est peu connu des professionnels de santé, sans doute pour les mêmes raisons que le SDP.

5.3.5 Traitement à mettre en œuvre :

Il faut bien être conscient du fait que, nous, dentistes, harmonisons le plan de l'articulé dentaire chez les sujets totalement édentés en prenant pour référence des plans repères anatomiques du crâne (plan de Francfort, plan sagittal, axe bipupillaire...), mais, que le problème d'un référentiel se pose chez les patients encore dentés. Le dentiste est alors beaucoup moins sensible à l'harmonie entre les plans. Il n'y a d'ailleurs plus d'utilisation d'instruments de mesure type plan de Fox ou compas de mesure intertubérositaire à ce niveau. On se satisfait rapidement de l'articulé dentaire existant, sans se poser la question du jeu qu'il impose aux muscles masticateurs. Cette attitude est rendue possible par la physiologie particulière de l'articulation temporo-mandibulaire ; articulation suspendue à l'intérieur de laquelle le positionnement du condyle peut varier et cela d'autant plus facilement que le ménisque suit. L'articulation se prête alors à toutes les fantaisies de positionnement que lui impose un plan d'articulé dentaire disharmonieux.

Il faut avant tout permettre la décontraction musculaire, pour pouvoir toucher aux articulations et aux dents. Cette décontraction peut s'obtenir par le biais de massages professionnels (rééducation maxillo-faciale du kinésithérapeute) et personnels, d'applications thermiques (chaleur), d'exercices dispensés par le kiné ou l'occlusodontiste (à répéter chez soi quotidiennement), de médicaments allopathiques (myorelaxants notamment). Mais surtout, il faut une prise de conscience des phénomènes liés au stress (bruxisme, mâchonnements répétés de chewing-gum ou stylos, onychophagie...) avec auto-correction quotidienne par le biais de pastilles colorées appliquées un peu partout, qui sont autant de rappels d'une surveillance à renouveler. On pourra s'aider d'une gouttière ou plan de morsure, mais si les causes de la dysfonction musculaire n'ont pas été levées, elle réapparaîtra dès que la gouttière sera ôtée, avec le risque de dépendance que cela comporte.

5.4 Langue et posture :

5.4.1 Hypothèse :

La langue serait un facteur non négligeable de perturbation du système : c'est vraisemblablement un facteur surajouté, mais qu'il convient de traiter en priorité. Un examen clinique et des enregistrements posturographiques orientés en testant les différentes positions de la langue ont permis de mieux mettre en évidence cette dysfonction dont le traitement le plus souvent assez simple semble donner des résultats intéressants et durables [88]. En effet, si l'influence directe de la position de la langue sur la posture est mise en évidence, il convient de déterminer quelle posture linguale est la plus stabilisante posturalement. C'est ce à quoi s'attache la majorité des études réalisées sur le sujet. Il faut, avant toute chose, savoir que la posture linguale de repos physiologique correspond au placement de l'apex lingual au niveau des papilles rétro-incisives supérieures et que la langue y reste environ 20 heures par jour. Cette position conditionne une bonne ventilation naso-nasale, l'équilibre neuro-musculaire facial, la croissance osseuse maxillaire, palatine et dentaire, mais aussi le fonctionnement harmonieux du voile du palais. Dans ces conditions, les muscles sont dits en équilibre et occasionnent une dépense énergétique minimale. Il semblerait logique que la position physiologique de repos de la langue soit celle qui assure l'équilibre postural optimal

[89]...Cependant, d'après Okeson (conférence donnée à Nice en 2006 lors des journées internationales du C.N.O.), aucune étude ne permet d'affirmer qu'il existe un lien entre la langue et les DAM.

5.4.2 Etat de la littérature :

Il n'existe malheureusement que très peu d'études, même dans les milieux spécialisés, tels que l'orthodontie et l'orthophonie, sur les dysfonctions linguales et leurs répercussions à distance, notamment dans le domaine de la posturologie [88]. Nous possédons, en ce domaine, peu de cas cliniques et peu de recul ; il faut donc rester prudent.

Des réflexes trigémino-nucaux et linguaux participent à la posture céphalique par l'intermédiaire de muscles fondamentaux comme les sterno-cléido-mastoïdiens, les trapèzes, les sus et sous hyoïdiens. Ceci peut s'expliquer du point de vue neurologique par les rapports existants entre le XI et le XII.

Les zones muqueuses labiales et linguales pourraient ainsi faire partie des entrées du système postural fin. La stimulation apportée par un microrelief (constitué de résine photopolymérisable d'environ 1 mm d'épaisseur pour 5 mm de diamètre) apposé sur la face vestibulaire des incisives centrales supérieures entraîne une variation significative des paramètres stabilométriques X, Y, LFS et VFY. Les deux premiers répondent à la stimulation en situation YO et YF, tandis que les deux derniers sont fortement corrélés uniquement les yeux fermés. Ces stimulations semblent agir surtout dans le plan sagittal et entraîne une rétropulsion superposable aux modifications posturales obtenues sous stimulations plantaires bilatérales antérieures. Cette étude est censée montrer la présence de réflexes posturaux liée à des stimulations labiales modifiant l'équilibre de façon orientée et reproductible [110]. Mais on l'a déjà précisé, seul un essai clinique randomisé et en double aveugle permet d'affirmer un lien de cause à effet.

Bayle, en 1990, a par suite, tenté de mettre en évidence les relations langue-mandibule-rachis cervical (dans son article les dysfonctions du complexe mandibulo-cranio-sacré). Mais l'éventuelle influence directe de la position de la langue sur la posture n'a jusqu'alors pas été explorée, même si l'on imagine depuis Bonnier en 1997 que la posture de repos de la langue participe à l'équilibre de la mandibule et qu'elle a des répercussions sur l'équilibre postural. J'ai tenté alors de reprendre en 1997, les connaissances scientifiques acquises dans ce domaine à travers une approche clinique et thérapeutique du rôle de la langue dans certaines asymétries posturales. Il s'est ensuite penché en 1999 avec Weber sur l'influence de la langue sur les critères stabilométriques. Pour mettre en évidence les répercussions probables de la position de la langue en stabilométrie, quatre séquences (deux situations témoins, langue en position médiane derrière les incisives supérieures et deux situations langue en bas à droite et en bas à gauche) de trois enregistrements YO (considéré comme un temps d'adaptation), YO et YF ont été pratiquées chez 20 sujets, dans un ordre aléatoire. Les surfaces enregistrées en position témoin, YO, sont statistiquement hors normes lorsqu'elles sont en séquence terminale ; cette anomalie témoigne probablement d'une fatigue liée aux conditions d'examen. Le critère LFS est normal en toutes situations (la dépense énergétique n'augmente pas). Cependant, cette étude révèle une différence à la limite de la signification statistique

entre la position langue à droite et la position langue à gauche, les yeux fermés. X moyen varie qualitativement, mais reste quantitativement dans la norme.

5.4.3 Diagnostic : trouble lingual et postural associés [88] :

La démarche diagnostique, pour être rigoureuse, doit comporter un interrogatoire, une inspection, des tests musculaires et un examen postural accompagné parfois d'un enregistrement posturographique.

5.4.3.1 Entretien clinique :

Une dysfonction linguale peut-être à l'origine de nombreux troubles dont la douleur est le maître symptôme : algies typiques, cervico-scapulalgies, céphalées de tension, douleurs costales, trapézialgies, tendinopathies à répétition... Elle participerait même à l'évolutivité de certaines scoliozes (mais ces hypothèses scientifiques n'ont pas fait l'objet de recherches cliniques et statistiques et ne sont basées que sur des observations de patients). D'autres domaines semblent aussi concernés : pathologies infectieuses à répétition, aphonie, acouphènes, troubles respiratoires, dyskinésie, reflux gastro-oesophagien, céphalées de tension, œdèmes de la face, troubles du sommeil, dysfonction thyroïdienne, algies pelviennes ou abdominales sans objet.

L'entretien clinique est sans doute l'étape cruciale pour ne pas passer à côté du diagnostic : il précise les caractéristiques de la douleur, recherche les antécédents obstétricaux, chirurgicaux, traumatiques, dentaires et orthodontiques. Il faut tout d'abord écarter les causes probables organiques (myosite, myasthénie, maladies rhumatismales...) pour ensuite et selon la profession et les activités de loisir du patient, la latéralisation du sujet (droitier ou gaucher), sa position lors du sommeil, les prises de médicaments au long cours et les tensions psychiques rencontrées sur le moment, rechercher la pathologie responsable des symptômes évoqués par le patient [88]. L'observation de plusieurs centaines de patients, présentant une dysfonction linguale retentissant sur le contrôle postural, révèle une symptomatologie multiple avec céphalées matinales, épaules douloureuses, troubles O.R.L., troubles fonctionnels intestinaux, douleurs costales, cervicalgies, tendinopathies [90]... Ces patients présentent souvent à l'examen clinique une symétrie cranio-faciale ou des dysfonctions des A.T.M., qui sont causes ou conséquences du problème lingual. Ils exercent souvent une activité particulière du type sport en anaérobie ou chant et peuvent avoir une hygiène de vie provoquant des troubles à distance (tabac, chewing-gum ou médicaments). Ils sont souvent soumis à des syndromes anxio-dépressifs, à des troubles phonatoires, digestifs et/ou à des troubles du sommeil [87].

5.4.3.2 Examen clinique : les méthodes diagnostiques :

L'observation initiale du patient est indispensable : position des yeux, de la bouche, mouvements de la bouche et des lèvres, asymétrie du visage, attitude du sujet, position des

épaules et du rachis, type de ventilation (nasale ou buccale) et langage non verbal pouvant nous renseigner sur le plan émotionnel. Un point important est l'*observation de la cavité buccale* du patient : toutes les dents doivent être présentes ou les extractions compensées ; lorsqu'il en manque, même une seule, la langue vient boucher l'édentation et entraîne fréquemment des modifications toniques à distance. Il s'ensuit un *bilan clinique général, un bilan ostéopathique et un bilan postural*, auxquels s'ajoute un *examen des A.T.M., de la position de la langue, un examen O.R.L., des tests d'orientation avec palpation des zones gâchettes, un examen des réflexes linguaux* (points de Trudell, Chapman, Knapp...), *des tests musculaires contre résistance* réalisés dans différentes positions de la langue en appréciant à chaque fois son retentissement sur la mobilité de l'os hyoïde, mais aussi incluant une comparaison intercuspidation et langue tirée. Si l'interrogatoire et l'examen clinique orientent vers une dysfonction linguale ou une déglutition dysfonctionnelle, on réalise un *test de Fukuda* complémentaire en quatre positions de la langue (avant, arrière, en bas à droite et en bas à gauche). On compare le spin obtenu dans chaque position et on calcule le « gain lingual » sur le modèle du gain nuchal. Il existe un réflexe lingual : la langue à droite équivaut à un réflexe nuchal droit mais de moindre amplitude (de même à gauche). Une inversion du réflexe lingual devrait, selon l'auteur, faire penser de suite à une asymétrie tonique où la langue serait principale responsable. Idéalement, des *enregistrements stabilométriques* devraient confirmer les résultats ainsi obtenus.

5.4.4 Explications sur le plan anatomique [88] :

La langue est bien sûr un organe prévu pour permettre la nutrition, la déglutition, la mastication, la succion et la ventilation. Mais c'est aussi un formidable outil de communication participant au langage, à la mimique, à la sexualité et au plaisir. L'étendue de ses compétences et de ses rôles est considérable ; les implications pathologiques le sont donc aussi, d'autant que l'inconscient participe à l'élaboration et à l'expression des émotions que l'on exprime par et à travers la bouche.

La langue est constituée de muscles intrinsèques, la masse linguale, qui lui donnent sa forme. Ils sont divisés en trois groupes de fibres qui s'entremêlent dans les trois plans de l'espace : fibres transverses, longitudinales et verticales. La langue est attachée aux structures environnantes par ses muscles extrinsèques : le *génio-glosse* (relie la langue à la mandibule), l'*hypoglosse* (relie la langue à l'os hyoïde), le *palatoglosse* (relie la langue au palais mou), le *styloglosse* (relie la langue à l'apophyse styloïde), l'*amygdaloglosse* (relie la langue aux amygdales) et le *pharyngoglosse* (relie la langue au pharynx). Tous les muscles de la langue, qu'ils soient intrinsèques ou extrinsèques, ont des fonctions très précises qu'il est possible d'individualiser. Cependant la complexité anatomique des terminaisons sur le septum lingual et les constantes synergies entre elles et avec les muscles masticateurs et les muscles péri-buccaux rendent tout schéma élémentaire et lointain de la réalité des choses. Leur commande synchrone et bilatérale nécessite une coordination extrême avec une organisation centrale parfaite qui échappe à toute systématisation.

L'os hyoïde est une véritable poulie entre la mandibule en avant, le crâne et le rachis cervical en arrière ; il participe à la position spatiale de la langue et joue un rôle de réorientation des contraintes musculaires. C'est un os suspendu et mobile dont la synergie avec les mouvements de la langue nécessite une bonne fonction musculaire de voisinage et une intégrité biomécanique du crâne, de la mandibule, du rachis cervical et de la ceinture scapulaire. Les muscles sus-hyoïdiens participent à la déglutition et à la mastication, tandis

que les sous-hyoïdiens participent à l'élévation du pharynx et sont indirectement reliés à l'épaule.

Compte tenu de cette anatomie et des nombreuses synergies musculaires fonctionnelles, la position de la langue dépend de la ventilation, de facteurs psychiques et émotionnels avec leurs conséquences sur le contrôle musculaire et la ventilation, des dysmorphoses cranio-faciales mais aussi de perturbations occlusales ou orthodontiques, de facteurs iatrogènes (tabagisme, tétine ou sucette, médicaments entraînant une dyskinésie, R.O.G...), de traumatismes (antécédents de coup du lapin, de chirurgie thoracique ou cervicale, de micro-traumatismes...), de maladies rhumatismales ou auto-immunes. Enfin, la langue dépend de l'équilibre postural global du sujet et nécessite un alignement biomécanique permettant une économie de la fonction musculo-ligamento-tendineuse. Une perturbation à un ou plusieurs niveaux qui entraîne automatiquement une dysfonction du système hyolingual avec ses conséquences sur les chaînes musculaires peut entraîner un trouble postural. On peut observer une perturbation des lignes gravitaires dans le sens antérieur ou postérieur avec des incidences sur l'articulation occiput-atlas et C1/C2/C3, le crâne, les A.T.M., le support de la nuque avec C6/C7/T1, la ceinture scapulaire et T3/T4/T5, les premières côtes et les articulations costo-vertébrales et costo-transverses, l'articulation scapulo-thoracique et ainsi de suite selon les chaînes musculaires concernées... Une contraction des muscles antérieurs de l'os hyoïde amène le rachis cervical en flexion et l'os hyoïde maintient la position grâce aux muscles postérieurs de rappel qui abaissent la langue. Une contraction des muscles postérieurs redresse la posture. Si la langue part vers l'avant, l'os hyoïde suit le mouvement, mais la mandibule se postériorise. Si la langue se postériorise, l'os hyoïde descend et la mandibule avance.

5.4.5 Traitement spécifique à mettre en œuvre :

Pour Jaïs (1997), elle est forcément liée à l'étiologie et doit être forcément multidisciplinaire :

- thérapeutiques manuelles : elles sont toujours nécessaires et viseront à harmoniser les chaînes musculaires et à redonner leur motilité aux segments en dysfonction en insistant particulièrement sur les A.T.M., le crâne, l'os hyoïde, le rachis cervical supérieur et la ceinture scapulaire. Attention, la décontraction des ligaments, fascias et petits muscles hyoïdiens suffit souvent à soulager notre patient ;

- correction occlusale : elle est souvent nécessaire et consiste en la correction des édentations, parafonctions et malocclusions par le biais de gouttières. Il faudra parfois recourir à l'utilisation d'un tunnel nocturne lingual aidant au placement physiologique de la langue et/ou à un traitement orthodontique encore plus astreignant ;

- rééducation respiratoire : elle s'avère souvent nécessaire. Heureusement, la simple prise de conscience du trouble dysfonctionnel, ainsi que la réalisation d'exercices à effectuer chez soi plusieurs fois par jour permettent en général un retour à la normale ;

- orthophonie spécialisée : imposée dans les cas sévères ou résistants aux traitements habituels ;

- prise en charge psychothérapique : elle paraît nécessaire dans le cas où des conflits émotionnels entrent en jeu et se basera sur les techniques d'hypnose Ericksonienne, de

relaxation et de psychanalyse (centrée sur le rôle autoérotique de la succion et de la phase sadique orale décrite par Freud).

L'étude réalisée par Marino, Bressan et Villeneuve en 1998 pourrait avoir des conséquences du point de vue thérapeutique : si l'on considère que les zones muqueuses labiales et linguales font partie des entrées du système postural fin, on pourrait modifier l'équilibration de nos patients en utilisant de petits reliefs composites. Ces adjonctions viendraient stimuler les mécanorécepteurs buccaux à la manière des reliefs apposés sur les semelles plantaires.

5.5 Traitement : prise en charge globale de l'appareil manducateur et des troubles de la posture :

Les conclusions des tests occluso-posturologiques peuvent aboutir à 4 situations [148] :

- pathologie manducatrice isolée ;
- pathologie manducatrice causale associée à une pathologie générale adaptative ;
- pathologie manducatrice adaptative associée à une pathologie générale causale ;
- pathologie manducatrice concomitante à une pathologie générale sans lien de causalité.

Il est évident que selon le type de pathologie, la stratégie thérapeutique va être modifiée. Il n'existe pas de traitement universel, ni de moyen thérapeutique à tout faire. Il n'est d'ailleurs pas équivalent de faire porter une gouttière au maxillaire ou à la mandibule, le rapport mandibulo-cranien n'étant pas le même. Il est important de noter que certaines pathologies dysfonctionnelles de l'A.T.M. ont une étiologie crânienne et non dento-mandibulaire ; de même, certaines doléances manducatrices ont une étiologie purement posturale.

5.5.1 Traitement préventif :

- corriger le bassin de la mère par manipulation ostéopathique avant l'accouchement afin de réduire le temps de travail ;
- dispenser les techniques d'ostéopathie crânienne durant les premières années de vie ;
- réaliser le meulage d'une canine de lait en occlusion croisée ;
- lutter contre la succion prolongée du pouce ou de la tétine ;
- corriger les déglutitions atypiques précocement ;
- remodeler la cavité buccale par le bionator ;
- utiliser plus souvent les gouttières de Soulet-Besombes (portées la nuit) et les gouttières de repositionnement méniscal de Cardonnet.

Ces différentes méthodes ont le mérite d'être douces, fonctionnelles et non agressives ; elles sont facilement acceptées par l'enfant et ses parents. De plus, un bilan postural dès le plus jeune âge pourrait permettre la correction d'un déséquilibre musculaire générateur de pathologies occlusales secondaires.

5.5.2 Conseils d'hygiène de vie :

Ces traitements sont les premiers à devoir être mis en place : ils sont rapidement efficaces, sont non invasifs et sans engagement financier.

- lutte contre le bruxisme responsable de douleurs de la nuque et des dents, de bourdonnements d'oreille, de céphalées et d'hyperthermies modérées. Les techniques utilisées dépendent du praticien et de son patient : il est possible de placer des rappels extérieurs permettant de contrôler à tout moment son état contractile par des gommettes ; le patient est invité à apprendre la gestion de son stress par la sophrologie ou le yoga par exemple ; des compléments thérapeutiques existent (sans parler des anxiolytiques et antidépresseurs) du type phytothérapie (aubépine, valériane, passiflore) ou oligo-éléments (lithium, magnésium, aluminium) ;

- lutte contre le déséquilibre masticatoire : les mastications unilatérales sont sources de déséquilibres sur les muscles du cou et les chaînes musculaires antérieures ;

- lutte contre le fait de dormir à plat-ventre : elle peut être la cause d'un déséquilibre occlusal chez l'adulte.

5.5.3 Les soins dentaires :

- traitement des caries et des infections parodontales et dentaires ;
- restauration des dents délabrées ;
- remplacement des dents absentes
- ablation des dents de sagesse en mauvaise position et des dents incluses ;
- équilibration et rebasage des prothèses amovibles ;
- traitement des micro-galvanismes et du polymétallisme (obstacle extrêmement fréquent).

5.5.4 Le traitement occlusodontique :

Le but recherché est de restaurer l'articulé dentaire de façon à le rendre le plus fonctionnel possible. On peut être amenés à réduire exceptionnellement une luxation méniscale aiguë par repositionnement mécanique (technique de Farrar). Le plus souvent, la luxation méniscale est chronique et peut être récupérée par un traitement postural global bien conduit.

La phase orthopédique consiste à modifier les rapports condylo-méniscaux pour obtenir une synergie entre la posture du corps et la posture mandibulaire. Elle repose sur la mise en place de gouttières en résine acrylique de trois types :

- les gouttières de décontraction musculaire : gouttières lisses portées constamment durant 3 à 4 mois et permettant de réduire les spasmes musculaires et d'éviter les contacts prématurés, de diminuer le bruxisme et les hyperpressions liées au bruxisme, de compenser la perte de dimension verticale ;

- les gouttières de repositionnement articulaire : gouttière de port constant durant 4 à 6 mois dont l'épaisseur est réglée en fonction du bilan postural ; elles créent une néo-occlusion thérapeutique et permettent d'espérer le rétablissement de l'unité condylo-méniscale ;

- les gouttières de décompression articulaire : gouttières de port constant et rééquilibrées régulièrement pendant 6 à 8 mois ; elles sont préconisées dans les antépositions méniscales irréductibles et tentent d'abaisser le condyle, de provoquer une bascule mandibulaire antérieure, de recapturer le ménisque et d'éviter la dégénérescence articulaire.

Les gouttières seront en général mandibulaires (sauf dans le cas de classe II) pour des raisons esthétiques et phonétiques. Les plaintes rapportées sont bénignes: dysgueusie, troubles de la phonation et de la salivation, difficulté de mastication, sensation d'instabilité articulaire, voire douleurs temporaires.

La phase dento-prothétique consiste en la confection définitive (après stade provisoire sous gouttière) de couronnes, bridges, onlays, implants, appareils amovibles ou tout simplement composites/amalgames (méthode par addition). On procède de façon exceptionnelle à des meulages sélectifs dans le cas de dents extrusées ou versées. Cette équilibration occlusale se programme toujours sur articulateur avant soins et peut être complétée par de l'orthodontie afin de parfaire le résultat esthétique et fonctionnel. Elle consiste à rebâtir une occlusion idéale, équilibrée dans les trois plans de l'espace et associant un équilibre musculaire, articulaire et l'absence de contraintes anormales.

5.5.5 Traitements médicaux :

Il s'agit de myorelaxants généraux voire locaux, d'antalgiques, d'anti-inflammatoires non stéroïdiens, de sédatifs, tranquillisants, voire antidépresseurs. Mais attention, ces deux derniers traitements sont susceptibles de perturber le capteur oculaire périphérique en cas de prise au long cours.

5.5.6 Traitement chirurgical :

La chirurgie intervient en dernier recours lorsque toutes les autres thérapeutiques ont échouées ou si elles se sont révélées insuffisantes. Elle tentera d'améliorer les situations de luxation irréductible mais seulement après traitement postural complet.

5.5.7 Suivi postural obligatoire :

Il semble aujourd'hui indispensable de vérifier l'état postural global des patients (surtout chez le jeune en phase de croissance), avant, pendant et après traitement prothétique (voire suite à de simple soins conservateurs) ou orthodontique :

- avant traitement : il faut vérifier que la posture et le système postural du patient sont indemnes de toute pathologie, avant d'entreprendre de vastes soins dentaires (bon état du système musculaire postural et absence d'asymétrie cranio-faciale) ;

- pendant le traitement : cela permet d'être sûr de l'innocuité et de l'intégration des changements mis en œuvre ;

- après le traitement : on peut alors vérifier si le rétablissement de rapports dento-dentaires fonctionnels a suffi à ramener un bon équilibre neuro-musculaire.

5.6 Conclusion : point commun des malades posturaux :

On a pu le constater souvent au cours de cet exposé, les études des uns et des autres s'entremêlent ; leurs pensées se rejoignent. En effet, comme au sein de l'appareil manducateur, occlusion, A.T.M. ; muscles manducateurs et langue forment un seul et même appareil dont le but est la mastication, la déglutition, la succion, la phonation... Chaque élément vient contribuer à l'accomplissement de ces fonctions vitales. Le bilan de ses nombreuses études est concentré sur le fait qu'un dysfonctionnement qu'il soit occlusal, articulaire, musculaire ou lingual n'entraîne pas systématiquement de troubles à distance, notamment posturaux. Nous avons tous vus des patients avec une malocclusion sans plaintes ou douleurs référées. De même, certains patients présentent des bruits articulaires et/ou des déviations à l'ouverture auxquels ils n'avaient pas prêté attention, avant leur visite à notre cabinet dentaire. Les patients souffrant de troubles musculaires sont parfois dépistés à l'examen palpatoire des muscles manducateurs, car si le stress qui occasionne ces bandes tendues musculaires n'est pas chronique, les troubles n'ont pas le temps de se propager au reste de l'équilibre global des chaînes. Les dysfonctions linguales peuvent rester silencieuses, sans conséquences posturales (on observe tout au plus une déglutition atypique, une phonation et une respiration un peu perturbées). Le point commun du déclenchement des troubles posturaux est la sommation de facteurs : l'association d'un trouble organique non physiologique à n'importe quel endroit de la chaîne (occlusion, A.T.M., muscles ou langue) avec la survenue du facteur stress ou traumatisme vient désorganiser l'équilibre compensatoire. C'est en quelque sorte la petite goutte d'eau qui fait déborder le vase. C'est la répétition des messages iatrogènes qui induit le schéma musculaire et, à la longue, les modifications ligamentaires et articulaires [147,148].

6 Diagnostic différentiel pouvant être réalisé au cabinet dentaire :

Le bilan postural global définit l'attitude générale du sujet : la posture peut paraître perturbée au premier examen, mais elle peut aussi nous sembler équilibrer au premier coup d'œil, allant à l'encontre des plaintes du patient. Il s'agit alors de mettre en évidence les problèmes sous-jacents masqués par phénomène compensatoires. Chaque capteur doit être étudié isolément, puis replacé dans le cadre général postural et global. Il ne faut jamais oublier que les capteurs constituent un ensemble fonctionnel, qu'ils sont interadaptatifs et qu'ils sont chacun

adaptables à un désordre paraissant sans rapport immédiat.

Nous étudierons ces capteurs par ordre d'importance. Cet ordre est lié à leur rôle postural et à la fréquence relative de leur atteinte.

6.1 Problèmes posturaux d'origine visuelle :

6.1.1 Rappel anatomique [92]:

6.1.1.1 Généralités :

L'œil est constitué du globe oculaire (bulbe de l'œil) et du nerf optique émergeant du pôle postérieur. Il pèse environ 7 grammes et la pression intra-oculaire reste toujours à 15-20 mmHg, car elle donne sa forme au bulbe de l'œil.

Le globe oculaire occupe le tiers antérieur de l'orbite et son diamètre antéro-postérieur varie selon la personne (le diamètre sagittal mesure plus de 25 mm en cas de myopie et moins de 22 mm en cas d'hypermétropie). Le diamètre sagittal d'un œil emmétrope est de 24 mm pour des diamètres transversal et vertical de 23 mm. Ce globe est formé de deux segments de sphère accolés : un segment antérieur transparent et de petit rayon (la cornée) et un segment postérieur opaque et de grand rayon (la sclère ou sclérotique). Il est formé de trois tuniques concentriques : la tunique fibreuse (en dehors), la tunique vasculaire et la tunique nerveuse (en dedans). De plus, il existe des structures intrabulbaires parfaitement transparentes qui sont, d'avant en arrière : les chambres de l'œil, le cristallin et le corps vitré.

L'influx lumineux doit donc traverser plusieurs milieux transparents avant d'atteindre la rétine : la cornée, la chambre antérieure du bulbe de l'œil, le cristallin, la chambre postérieure du bulbe de l'œil et la chambre vitrée.

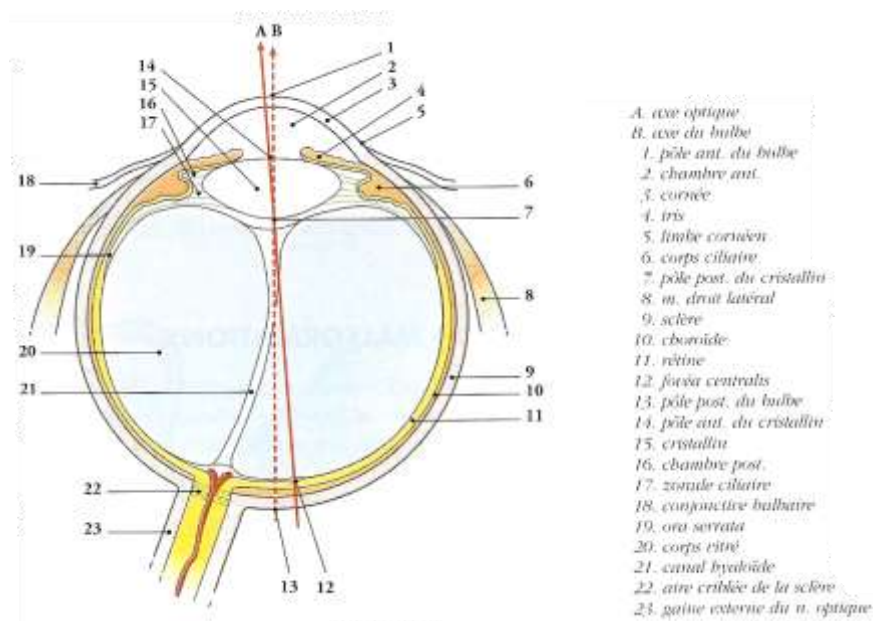


Figure 79 - Bulbe de l'œil en coupe horizontale (d'après Kamina 2002)

6.1.1.2 Les tuniques constituant le globe oculaire :

6.1.1.2.1 La tunique fibreuse :

La tunique fibreuse comprend la *cornée* en avant et la *sclérotique* en arrière. La cornée est un hublot transparent de par sa teneur en liquide, qui agit comme une lentille convergente, du fait de son fort rayon de courbure; elle n'est pas vascularisée, mais possède des fibres nerveuses amyéliniques. Elle mesure 13 mm de diamètre, son épaisseur quant à elle est de 0,5 mm en son centre et 1mm en périphérie. A savoir: les irrégularités de courbure provoquent l'astigmatisme. La sclérotique est une couche fibreuse constituée en majorité de fibres de collagène et de quelques fibres élastiques.

6.1.1.2.2 La tunique vasculaire :

La tunique vasculaire ou uvée comprend le *corps ciliaire* et l'*iris* en avant, la *choroïde* en arrière. Le corps ciliaire forme un anneau aplati et triangulaire en coupe transversale; il est situé entre l'iris et la choroïde et constitue le lieu d'insertion de l'appareil suspenseur du cristallin; sa musculature assure la régulation du degré de courbure du cristallin permettant une acuité visuelle maximale en vision de près comme de loin. L'iris est un diaphragme vertical et circulaire, de 13 mm de diamètre et 0,5 mm d'épaisseur à la racine, qui règle l'entrée de la lumière dans l'œil. Son centre est percé d'un orifice, la pupille, de diamètre 3 ou 4 mm. Sa face antérieure peut avoir, selon sa teneur en pigments, une coloration brune (forte teneur en pigments), bleue ou verte (faible quantité de pigments). Sa face postérieure est uniformément brune ou noire; elle répond au cristallin et aux procès ciliaires par l'intermédiaire de la chambre postérieure. L'iris contient entre autre, deux muscles: le muscle du sphincter pupillaire dont la contraction détermine le myosis (réduction du diamètre de la pupille) et le muscle dilatateur pupillaire à l'origine du phénomène de mydriase (augmentation du diamètre de la pupille). La choroïde est une mince membrane de couleur brune formant les 5/6^{èmes} de la tunique vasculaire. C'est un tissu conjonctif lâche comprenant, de la sclère à la rétine, quatre lames : les lames supra-choroïdienne, vasculaire, choroïdo-capillaire et basale. La rupture de ces fibres adhérentielles entraîne la rétraction de la lame basale et le décollement rétinien.

6.1.1.2.3 La tunique nerveuse :

La tunique nerveuse ou rétine est faite d'une partie iridienne et ciliaire (formée d'un épithélium pigmentaire) et d'une partie optique. La partie optique est la seule qui soit sensible à la lumière et comporte deux feuillets : une couche pigmentaire externe et une couche nerveuse interne. Cette dernière est faite de 9 stratus. Le stratum neuro-épithélial contient les cellules sensorielles photo-réceptrices que l'on appelle cônes (vision des couleurs) et bâtonnets (vision crépusculaire). Les cellules optiques coniformes sont surtout concentrées dans la macula ou fovéa, située à la jonction de l'axe optique et de la rétine. C'est la zone d'acuité visuelle maximale.

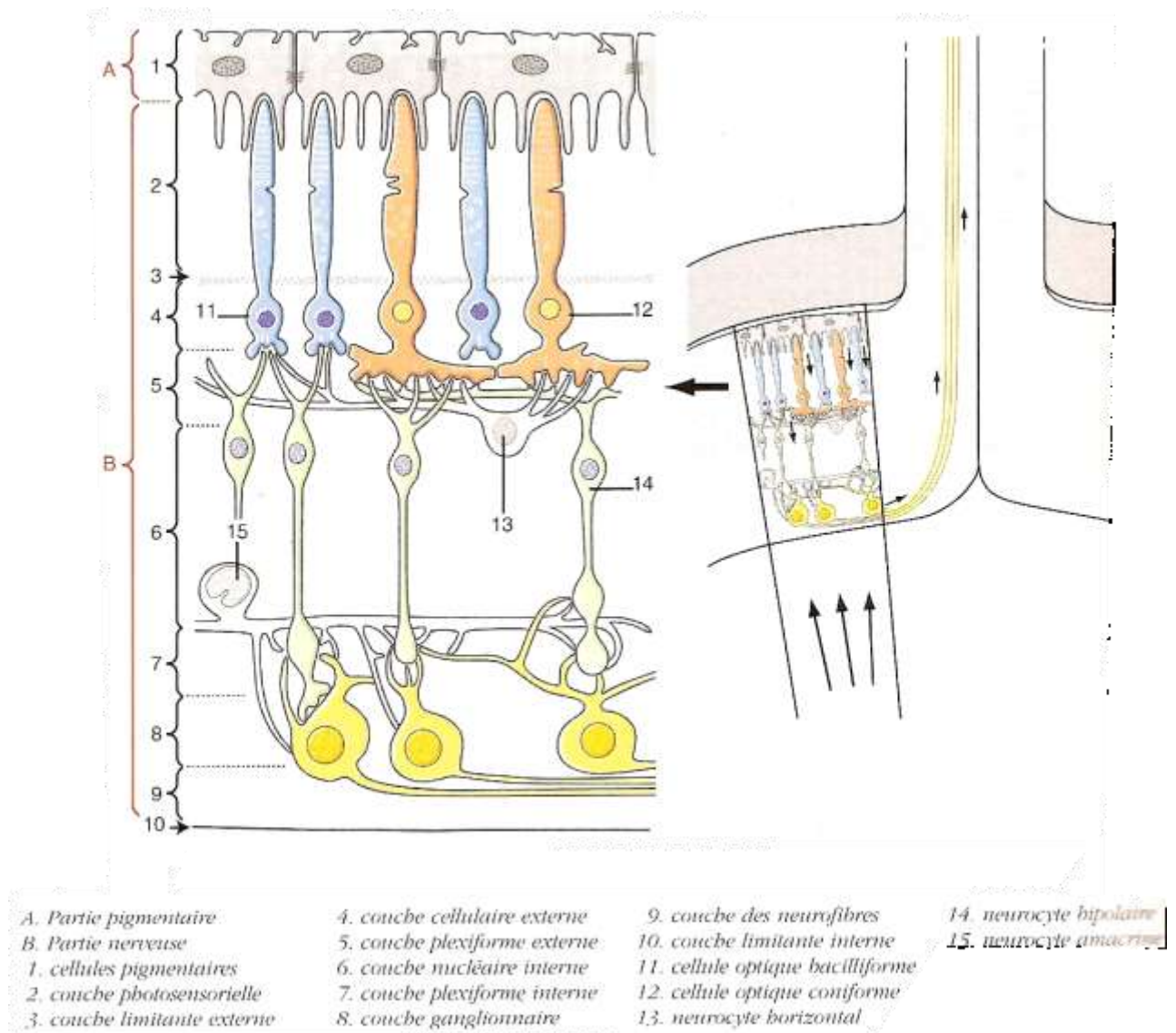


Figure 80 - Organisation schématique de la rétine: trajet de l'influx sensoriel (d'après Kamina 2002)

6.1.1.3 Les structures intrabulbaires :

6.1.1.3.1 Les chambres de l'œil :

L'iris cloisonne partiellement le segment antérieur de l'œil en deux chambres : la chambre antérieure (comprise entre, en avant, la cornée et le limbe scléro-cornéen et en arrière, l'iris et le cristallin) et la chambre postérieure (limitée par l'iris en avant, le corps ciliaire en périphérie, la zonula et le cristallin en arrière). Ces chambres sont remplies d'humeur aqueuse sous tension pour maintenir les parois des chambres écartées. Elles communiquent entre elles via la pupille.

6.1.1.3.2 Le cristallin :

C'est une lentille biconvexe transparente et élastique qui mesure environ 4 mm d'épaisseur et 10 mm de diamètre. La face postérieure (6 mm de rayon de courbure au repos) du cristallin est plus bombée que la face antérieure (10 mm), mais ces courbures varient pour permettre l'accommodation (surtout celle de la face antérieure). Ils sont plus grands chez l'hypermétrope et plus petit chez le myope. De plus, l'élasticité diminue avec l'âge : le cristallin, de consistance molle chez l'enfant, devient dur chez le vieillard. Cette altération liée à l'âge provoque une perte progressive d'acuité visuelle: la presbytie se manifeste comme une difficulté à avoir une vision précise et soutenue à 33 cm par défaut d'accommodation. La cataracte, elle, correspond à la perte de transparence du cristallin par mort cellulaire.

6.1.1.3.3 Le corps vitré :

Le stroma vitré, liquide visqueux et transparent remplissant les 2/3 postérieurs du bulbe, est ceint par la membrane vitrée (ils constituent la chambre vitrée). Il est traversé d'avant en arrière par le canal hyaloïde tendu du pôle postérieur du cristallin au disque du nerf optique. La membrane vitrée adhère sur 2 mm à la partie ciliaire de la rétine mais cette adhérence s'étend avec l'âge.

6.1.1.4 Muscles du bulbe de l'œil :

Sur la sclère du bulbe de l'œil s'insèrent six muscles (quatre droits et deux obliques) qui lui permettent de bouger au sein de l'orbite.

Les muscles droits, supérieur, inférieur, médial et latéral forment en arrière un anneau tendineux commun : l'anneau de Zinn. Cet anneau se fixe par un court tendon sur le tubercule infra-optique situé sous le canal optique. Il est souvent subdivisé en 2 anneaux contenant l'un, le nerf optique et l'artère ophtalmique, l'autre, les nerfs oculo-moteurs, abducens et naso-ciliaire. Les muscles droits sont plats et de long de 4 cm environ. Ils se forment en avant formant un cône musculaire qui entoure le bulbe de l'œil. Ces muscles s'insèrent sur la sclère à une distance de la cornée qui croît du droit médial au droit supérieur.

Le muscle oblique supérieur s'insère près du bord médial du canal optique, sur le bord du sphénoïde. Il longe l'angle supéro-médial de l'orbite au-dessus du droit médial puis passe entre le bulbe de l'œil et le droit supérieur. Il se termine sur la partie supéro-latérale de la sclère.

Le muscle oblique inférieur s'insère sur la face orbitaire du maxillaire près du canal lacrymo-nasal, se dirige latéralement et en arrière pour passer sous le droit inférieur et se fixe sur la partie inféro-latérale de la sclère.

Ces muscles ont pour innervation le nerf oculo-moteurs III sauf l'oblique supérieur (nerf trochléaire IV) et le droit latéral (nerf abducens VI).

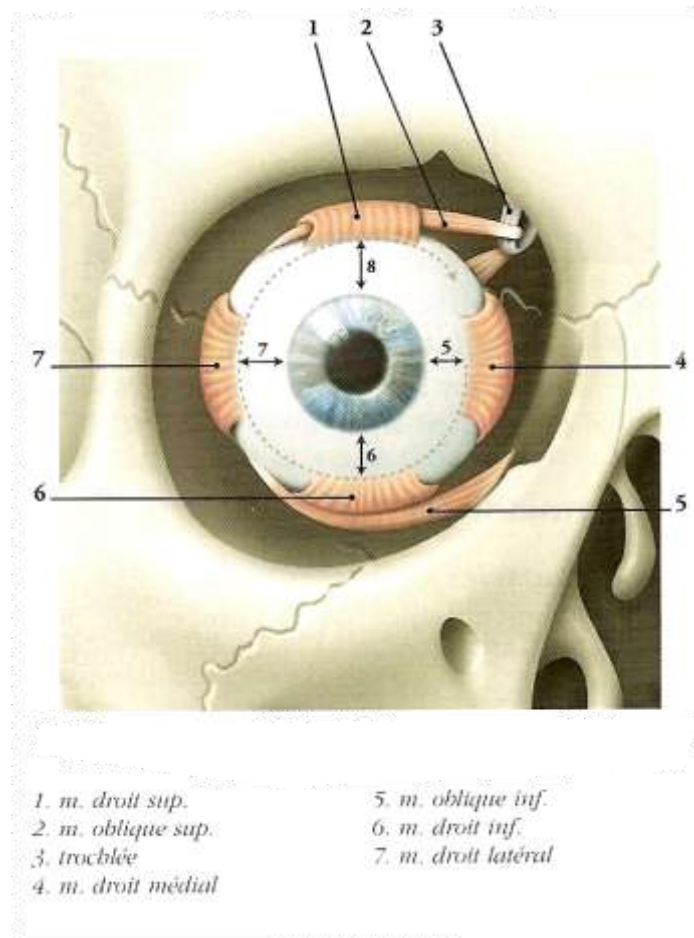


Figure 81 - Insertion terminale des muscles du bulbe de l'œil (d'après Kamina 2002)

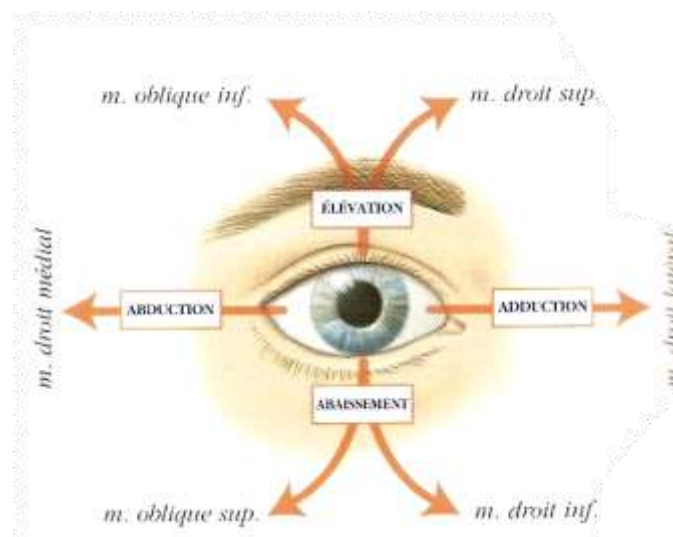


Figure 82 - Mouvements du bulbe de l'œil : les muscles oculomoteurs (d'après Kamina 2002)

6.1.2 Démarche diagnostique pour la recherche d'un trouble postural [175] :

6.1.2.1 Entretien clinique :

Le capteur oculaire est le plus souvent causatif mais peut dans le cas de désordres dento-manducateurs être adaptatif. Il est fragile et sensible aux traumatismes facio-cranio-cervicaux et rachidiens, aux traitements iatrogènes neuro-psychiatriques (antidépresseurs et tranquillisants peuvent provoquer une dissymétrie oculo-motrice) et aux affections du système nerveux dont il fait partie (grande prématurité, convulsions, épilepsies, affections méningées, accidents vasculaires cérébraux et spasmophilie) et, en aucun cas, il ne peut se corriger de façon spontanée. Son rôle est prépondérant sur l'adaptation des ceintures, quelles que soient les atteintes des autres capteurs.

On cherchera par l'entretien clinique à retrouver des antécédents familiaux (cas de strabismes) et personnels (oculaires, traumatiques, thérapeutiques, neurologiques, endocriniens de type troubles thyroïdiens ou généraux comme l'hypertension artérielle, l'alcoolisme et le tabagisme).

Autre indice de taille : le patient possède-t-il des *troubles de l'accommodation* l'obligeant à porter des lunettes ? Parfois, les troubles posturaux sont liés à un mauvais centrage des verres. Si l'apparition des troubles coïncide avec la pose de nouveaux verres correcteurs, l'hypothèse d'un effet prismatique est plus que probable.

6.1.2.2 Etude des signes fonctionnels :

Les signes fonctionnels sont caractérisés par leur survenue à la fatigue visuelle (l'après-midi ou le soir) et par leur aggravation en cas de stress.

- troubles visuels : picotements, larmoiements, vue floue, gêne ou fatigue visuelle à la lecture prolongée, devant la télévision ou devant un ordinateur, rougeur des yeux, diplopie intermittente ;

- douleurs rachidiennes (hautes en majorité) et appendiculaires (pseudo-tendinites rebelles du coude, tendinites achilléennes, gonalgies) ;

- céphalées unilatérales ou à prédominance unilatérale qui peuvent se globaliser dues à des troubles de l'accommodation: asthénopie accommodative caractérisée par des céphalées frontales et une blépharo-conjonctivite chronique ou spasmes de l'accommodation avec céphalées majorées à l'effort visuel et micropsie ;

- sensations vertigineuses ou ébrieuses (très rares vertiges vrais rotatoires) ;

- maladresse permanente accompagnée de chutes et entorses répétées souvent unilatérales ;

- agoraphobie, vertige des hauteurs, crainte de fréquenter les grands magasins et peur de conduire le soir ou la nuit.

Chez l'enfant, il faut rechercher paresse, rêverie, turbulence, troubles de l'attention et difficultés scolaires mais aussi tics des paupières, difficultés pour lire en vision de près et plaintes de l'enfant concernant sa vue.

Avant tout, il faut savoir que *trois symptômes* sont pratiquement toujours présents en cas de perturbation du capteur oculaire :

- la fatigabilité ;
- la difficulté de concentration ;
- l'angoisse.

6.1.2.3 Examen clinique :

- oculaire :

Il faut veiller aux dissymétries oculaires : dissymétrie orbitaire, anomalie de taille entre les deux yeux, différence de hauteur entre les centres pupillaires et les commissures labiales, écart anormal entre les yeux et obliquité anormale entre les fentes orbitaires ;

L'inspection doit également rechercher les déséquilibres binoculaires :

- l'amblyopie fonctionnelle : baisse de l'acuité visuelle sans lésion organique de l'œil ;
- les troubles du réflexe de fusion avec mouvements oculaires disjoints ;
- les troubles de convergence à type d'insuffisance, de paralysie ou de spasme ;
- les troubles de l'accommodation, de type asthénopie accommodative chez l'hypermétrope, ou de type spasme ;
- l'anisocorie ;
- les pseudophaques ;
- les syndromes subjectifs des traumatisés crâniens ;
- l'intolérance aux systèmes optiques ;
- les troubles de la dynamique oculaire...

L'inspection note encore les déséquilibres oculomoteurs :

- les nystagmus ;
- les syndromes de rétraction et les mouvements anormaux ;
- les paralysies oculomotrices et de fonction ;
- l'amblyopie strabique ;
- les hétérophories ;
- les strabismes ;
- la diplopie homonyme ou croisée ;

- les scotomes de neutralisation...

Il faut savoir dépister les signes de déviation des axes oculaires se présentant sous trois formes :

- **Hétérophorie** : déviation strabique latente de la position de repos. C'est un trouble fonctionnel de la vision binoculaire secondaire à un déséquilibre des muscles oculomoteurs. Il faut savoir qu'il existe quatre sortes d'hétérophorie : l'ésophorie (strabisme latent convergent), l'exophorie (strabisme latent divergent), l'hyperphorie (déviation vers le haut) et la cyclophorie (torsion) ;

- **Hétérotropie** : déviation strabique permanente avec vision binoculaire gravement perturbée. On distingue l'ésotropie (strabisme convergent), l'exotropie (strabisme divergent) et l'hypertropie (strabisme vertical) ;

- **Phorie-tropie** : déviation strabique intermittente en convergence ou en divergence par hétérophorie si le regard est vague ou par hétérotropie quand l'acuité visuelle sollicitée est supérieure au plafond de vision binoculaire.

Il pourra être intéressant de l'adresser au strabologue, car les retombées du traitement sont très souvent bénéfiques du point de vue postural.

- cervical :

- Attitude vicieuse spontanée de la tête dans le cas d'hétérophories importantes ;

- Torticolis adaptatif souvent lié à une paralysie oculomotrice. Le sens du torticolis dépend directement du muscle paralysé. Initialement, ces paralysies oculaires s'accompagnent d'une symptomatologie bruyante (vertiges et diplopie si le sujet regarde dans le champ d'action du muscle paralysé). Secondairement, elles donnent lieu à des troubles posturaux. Attention: un torticolis corrigé passivement donne au sujet l'impression d'être désaxé.

- postural : cinq signaux forts évoquent l'atteinte du capteur oculaire :

- **Bascule homolatérale des ceintures pelvienne et scapulaire** ;

- **Limitation de la rotation cervicale** du côté de l'œil hypoconvergent ;

- **Rotation au niveau de la ceinture scapulaire** ;

- **Ouverture d'un pied vers l'extérieur** en posture orthostatique ;

- **Rotation asymétrique d'un membre inférieur** en décubitus dorsal.

Ces signes posturaux sont accompagnés de plaintes concernant le rachis et les membres par contractures, tensions musculaires et blocages étagés.

6.1.3 Test diagnostic rapide : le test de l'aimant :

L'avantage de ce test résiderait surtout dans le fait qu'il soit pathognomonique d'une atteinte oculaire isolée (ce n'est pas le cas du Romberg postural qui analyse l'œil, mais aussi l'oreille et le pied).

Il faut toutefois posséder un aimant de 1500 gauss que l'on applique à l'angle externe de l'œil hypoconvergent (c'est-à-dire du côté de l'épaule et de la hanche la plus haute) par un sparadrap. Cet aimant posséderait un effet myorelaxant (face nord couleur rouge des aimants STATIPRO ou face pointée des aimants EPOREC) par neutralisation de la contracture réflexe du muscle moteur oculaire externe.

En cas d'atteinte isolée du capteur, on observerait instantanément une normalisation de toutes les anomalies posturales retrouvées en clinique [175].

6.2 Problèmes posturaux d'origine dento-manducatrice :

6.2.1 Rappel anatomique : voir chapitres précédents

6.2.2 Démarche diagnostique pour la recherche d'un trouble postural [175] :

6.2.2.1 Entretien clinique :

Classiquement, l'appareil dento-manducateur ne fait pas partie intégrante du système postural, car il n'est pas stricto sensu un organe des sens. Il intervient en pratique comme une entrée « désinformative » du système nerveux central ; il perturbe souvent l'équilibre du système postural sur lequel il est branché en dérivation. Il est fragile et multifonctions, donc polyagressé. Il constitue un élément fondamental du triptyque œil-cou-A.T.M. dans lequel il est cible ou flèche. Il entretient, surtout chez la femme, de curieux rapports avec le psychisme. Il a dû s'adapter à la bipédie et s'adapte maintenant aux désordres posturaux physiques et psychiques.

L'examen clinique est basé sur la recherche d'antécédents familiaux (dysmorphisme et bruxomanie) et personnels : traumatismes (du massif facial, mentonniers ou latéraux mais aussi cervicaux), chirurgie (chirurgie orthognatique, extractions, pose d'implants), anesthésies (générales et locales), soins dentaires (soins conservateurs, prothétiques, orthodontiques et occlusodontiques), vie psychique (angoisse, dépression, agressivité).

Attention, les traumatismes peuvent survenir sur des mâchoires serrées protégées par les haubans musculaires, mais aussi sur des mâchoires desserrées où la mandibule devient un projectile traumatisant l'oreille interne, le maxillaire et l'A.T.M. Les conséquences peuvent être dentaires ou squelettiques avec pour corollaire des troubles de l'articulé dentaire et une atteinte ligamentaire ou discale de l'A.T.M. Il faut savoir que les extractions non compensées et les malocclusions sont des facteurs majorant la gravité des troubles après traumatisme.

6.2.2.2 Etude des signes fonctionnels :

- locaux : bruits articulaires (uni ou bilatéraux à type de claquements, craquements ou crissements), douleurs dentaires ou articulaires à la mastication, algies faciales, temporales, frontales ou pariétales, spasmes de l'hémiface, parafunctions (bruxisme excentré avec grincements et mouvements anarchiques ou centré avec crispation des mâchoires et serremments des dents, tics de succion, mordillement, mâchonnement, mastication et glossodynies), blocages articulaires, troubles fonctionnels (mastication, salivation, déglutition, phonation) ;

- régionaux : céphalées occipitales, vertiges, acouphènes, hypoacousie, signes oculaires (larmolements, pseudo-conjonctivite), signes O.R.L. (fausses angines à répétition, sensation de corps étranger laryngé, pseudo-allergie rhino-bronchique) ; douleurs essentiellement hautes de la colonne (cervicalgies, névralgies cervico-brachiales, névralgies d'Arnold, scapulalgies), mais aussi dorso-lombalgies, contractures pyramidales, coxalgies, radiculalgies et douleurs périphériques ;

- généraux : asthénie, troubles du sommeil, psychasthénie matinale, épigastralgies, troubles digestifs.

Tous ces signes fonctionnels sont caractérisés par leur survenue matinale, leur majoration au stress, à l'effort, après les repas ou lors d'un bâillement et par leur inconstance (phénomène d'adaptation du système postural).

6.2.2.3 Examen clinique :

- examen cranio-facial : de face (on évalue les asymétries, les hauteurs relatives, le centrage interincisif et l'axe mentonnier) et de profil (on recherche une rétromandibulie ou un prognathisme, une dysharmonie maxillo-mandibulaire et une hypertrophie ou des spasmes musculaires) ;

- inspection buccale : elle renseigne sur l'espace libre d'inocclusion, les rapports d'occlusion sagittaux, verticaux et transversaux, la cinétique mandibulaire (regarder l'amplitude d'ouverture et les mouvements d'ouverture, de diduction et de propulsion), la cavité buccale (partie labio-génienne, parodonte, dents et langue), les traitements dentaires déjà réalisés et les bruits articulaires ;

- palpation : des A.T.M. (médius placés sur l'articulation ou auriculaires introduits dans le conduit auditif externe) et des muscles (comparés un à un pour retrouver une asymétrie de puissance). Il est important de compléter cette palpation par une étude de la mobilité de l'os hyoïde ;

- examen postural (dents serrées) : si le patient est porteur de prothèses amovibles, il est important de réaliser les tests sans les prothèses, puis avec l'une et l'autre de façon successive et totalement indépendante. On retrouve systématiquement, dans le cas d'une atteinte isolée :

- une bascule controlatérale des ceintures ;
- une rotation controlatérale des ceintures ;
- une limitation de la rotation cervicale active ;
- des rotations asymétriques des membres inférieurs en décubitus dorsal.

Il faut aussi savoir que les troubles de l'occlusion sagittaux s'accompagnent de troubles posturaux :

- les classes II projettent le massif facial et les épaules vers l'avant ; le menton est rentré en dedans ;
- les classe III reculent le massif céphalique et donnent une attitude rigide du rachis avec menton proéminent.

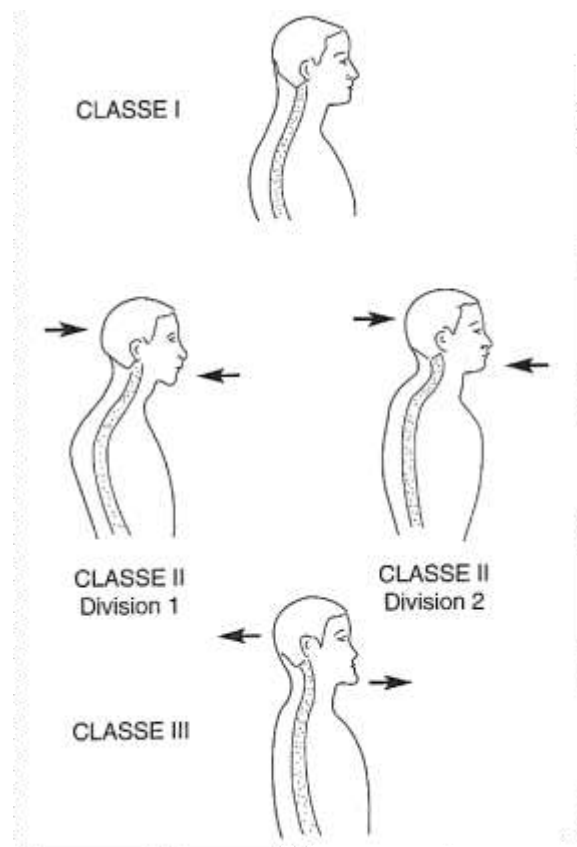


Figure 83 - Les aspects cliniques en rapport avec les différentes classes d'Angle (d'après Willem 2004)

- bilan radiologique (selon le cas : panoramique, tomographies d'A.T.M., téléradiographies, incidences de Weinberg et plus rarement arthroscopie, scanner et I.R.M.).

Le diagnostic se base, selon Willem (2004), essentiellement sur des signaux d'appel forts qui évoquent l'atteinte du capteur dento-manducateur :

- bascule et rotation hétérolatérales des ceintures ;
- limitation de la rotation cervicale active ;
- rachialgies, douleurs erratiques, céphalées, vertiges, acouphènes et asthénie ;
- exacerbation des signes fonctionnels en fin de nuit ;
- algodysfonction craniale-mandibulaire avec désordres psychiques.

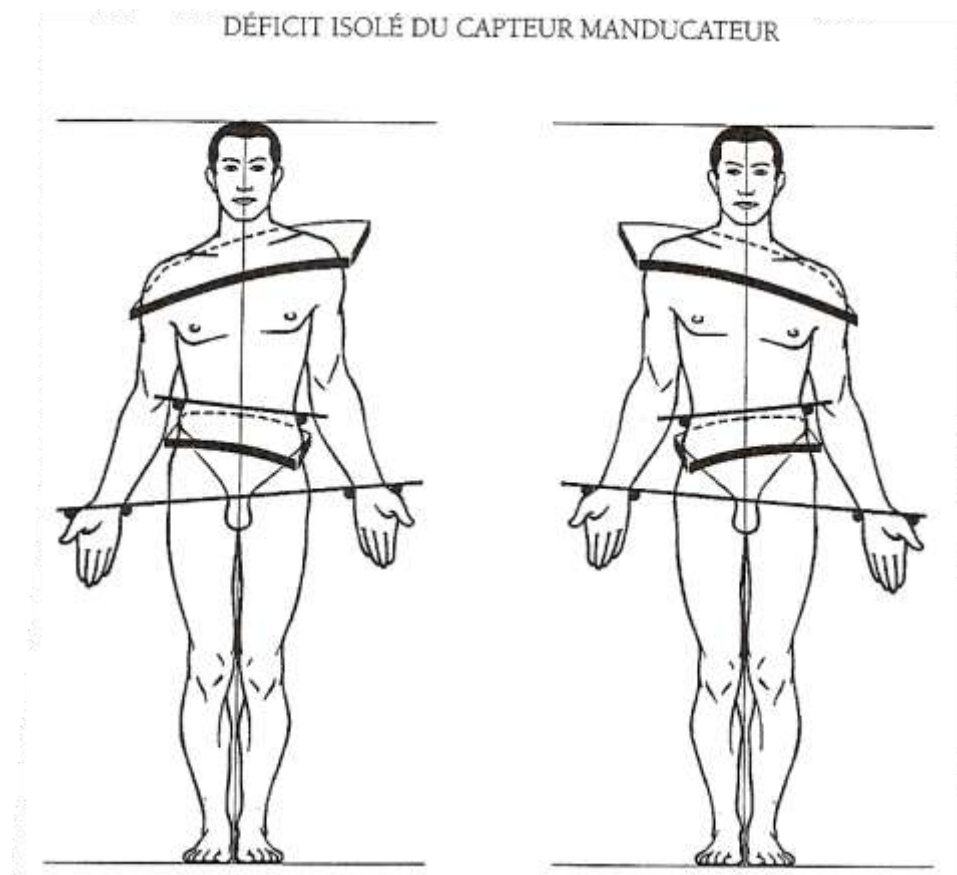


Figure 84 - Etude schématique des conséquences d'un déficit du capteur dento-manducateur (droit et gauche) : torsion hélicoïdale adaptative des ceintures scapulaire et pelvienne (d'après Willem 2004)

6.2.3 Test diagnostic rapide :

Il suffirait de placer un aimant de 1500 gauss face nord au contact de la peau, sous le rebord inférieur de l'arcade zygomatique, juste en avant du condyle maxillaire et du côté du bras long (côté opposé à la lésion articulaire). Les résultats s'observeraient instantanément : les ceintures doivent s'horizontaliser et la rotation cervicale être améliorée. Cet aimant devrait permettre le relâchement des muscles spasmodiques et devrait supprimer les interférences perturbatrices dento-manducatrices [175].

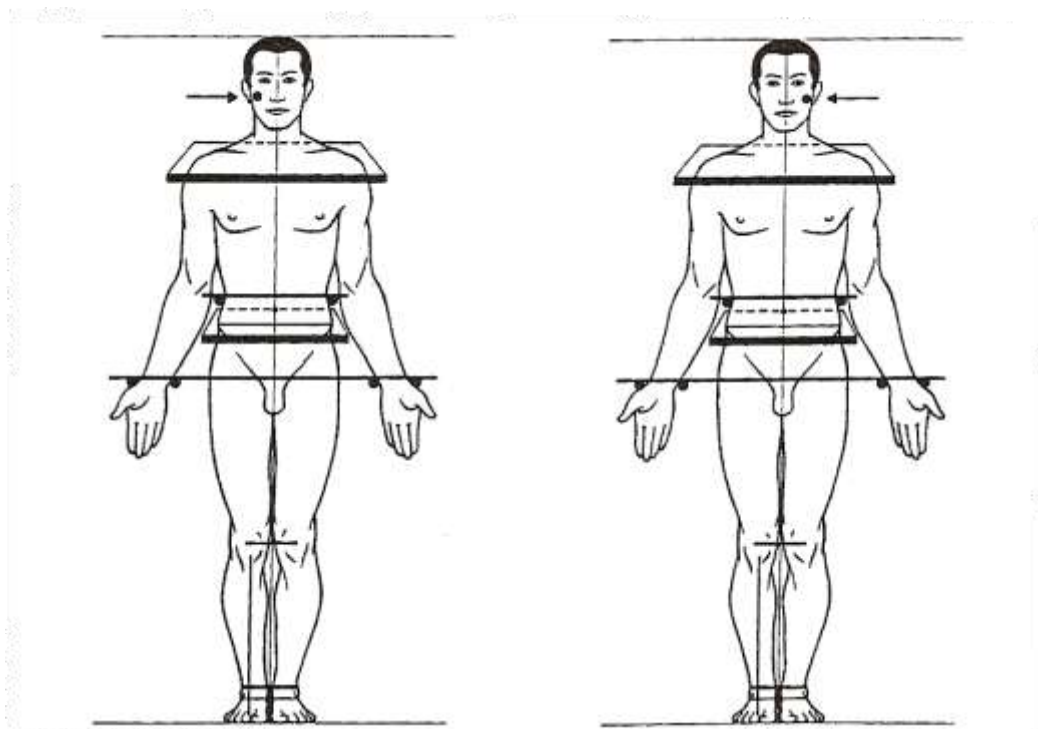


Figure 85 – La pose d'un aimant, face nord, sur la peau au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire, du côté du membre supérieur " long " corrige instantanément les phénomènes adaptatifs repérables au niveau des ceintures (d'après Willem 2004)

Si l'on ne possède pas d'aimant de ce type, on peut, à l'aide de compresses placées de chaque côté des arcades, modifier la bascule des ceintures. Ce test diagnostique est simple, rapide et adapté à l'examen du seul capteur manducateur.

6.3 Problèmes posturaux d'origine podale :

6.3.1 Rappel anatomique [21] :

Le pied est constitué de 26 os et 31 articulations mobilisées par 20 muscles. C'est le réceptacle de tous les vecteurs gravitationnels somatiques et de leurs composants : il assure la fonction orthostatique en dynamique mais aussi en statique. Il est l'élément clé mécanique de l'équilibre sus-jacent.

Sa morphologie peut être scindée en trois parties :

- l'astragale qui reçoit le poids du corps et le répartit ;

- la ferme podale ou voûte, formée par le calcanéum en bas et en arrière, les os moyens du tarse en haut et la palette métatarsienne en bas et en avant ;
- le système ligamento-coordonateur et amortisseur.

6.3.1.1 L'astragale :

Ce corps trapézoïdal à petite base postérieure vient se coincer dans la pince tibio-péronière par sa partie la plus large, lors de la dorsi-flexion. Sa morphologie ainsi que sa position dans la cheville permettent de renforcer ses rapports avec la jambe et d'accroître la stabilité de l'ensemble. Lors de la dorsi-flexion et de l'extension plantaire, il se comporte comme un os du pied puisque l'axe du mouvement se trouve au niveau de la tibio-tarsienne. Au cours de la flexion plantaire, la partie la plus étroite se retrouve entre les malléoles permettant un jeu articulaire qui va améliorer l'orientation du pas. D'os du pied, il devient os de la cheville, car il ne participe pas au mouvement qui s'effectue au-dessous de lui.

L'astragale surplombe le calcanéum et demeure stable, tout en permettant des positions variées calcanéennes imposées par un terrain accidenté ou des contraintes intempestives. Il reçoit toute le poids du corps et le répartit équitablement entre talon postérieur et talon antérieur.

6.3.1.2 La ferme podale :

6.3.1.2.1 L'arbalétrier postérieur : le calcanéum :

Chez l'homme, il est incliné en bas et en arrière avec une angulation variant selon l'origine ethnique.

Son contact avec le sol s'établit au moyen de deux tubérosités postérieures calcanéennes et le calcanéum est uni à l'astragale par un système articulaire trochoïde formé par deux articulations distinctes : l'articulation antérieure est dans un plan inférieur et forme une surface glénoïdienne concave dans laquelle vient se loger la tête astragaliennne ; l'articulation postérieure est dans un plan supérieur et la surface articulaire est convexe. Elle permet des mouvements calcanéens latéraux freinés par le système ligamentaire.

Ce système articulaire trochoïde, par sa forme hélicoïdale, permet aussi l'étalement de l'avant-pied : le calcanéum s'incline en dedans sous le poids du corps, l'astragale tourne en dedans et le calcanéum voit son extrémité antérieure partir vers l'extérieur.

6.3.1.2.2 Le fâte : les os moyens du tarse :

Les os moyens du tarse sont le scaphoïde (en dedans), les trois cunéiformes et le cuboïde (en dedans). Il existe un système articulaire médian scaphoïdo-cunéiforme et un système articulaire latéral médio-tarsien. On appelle cette interligne articulaire, l'articulation de Chopart, car elles sont solidarisiées par le ligament bifurqué ou en Y de Chopart (assure la

stabilité latérale du pied). Elle constitue un pivot autour duquel s'organisent des mouvements de roulis.

6.3.1.2.3 L'arbalétrier antérieur : la palette métatarsienne :

La palette métatarsienne se compose de 5 métatarsiens et de 14 phalanges. Elle s'étale en avant des os moyens du tarse avec lesquels elle s'articule par le biais de l'interligne de Lisfranc. On lui définit une palette centrale axée sur le deuxième rayon (axe mécanique du pied doté d'un système ligamentaire apportant tonicité et résistance ; le deuxième métatarsien est enclavé dans le tarse) et deux palettes latérales venant parfaire la stabilité de la structure podale.

6.3.1.3 Le système ligamentaire :

Sur le cadavre, si on place le pied en charge physiologique, la section des ligaments plantaires entraîne l'effondrement de la ferme, alors que, tout le système musculaire et aponévrotique a déjà été excisé. Les études électromyographiques ont toutes prouvées que les muscles extrinsèques et intrinsèques du pied sont inactifs durant la phase statique de la position érigée. Ils peuvent certes, présenter des signes d'activité transitoires, mais toujours lors d'oscillations physiologiques ou lors du passage d'un pied à l'autre. Les ligaments constituant l'entrait podal sont :

- le grand ligament plantaire ou calcanéo-cuboïdien : sa couche superficielle amarrée aux quatre métatarsiens externes s'oppose à l'écartement de la palette et sa couche profonde tire le cuboïde vers le bas et l'arrière.

- le ligament calcanéo-scaphoïdien inférieur : il se fixe sur le sustentaculum tali pour éviter la chute interne du calcaneum.

6.3.1.4 Vision dynamique du pied :

Tout est instable et transitoire dans le pied : à chaque moment donné correspond un état d'équilibre donné. La triangulation squelettique indique que l'astragale transmet 50% du poids du corps au calcaneum, mais tout dépend de la position du sujet. Le calcaneum lui-même est en état d'équilibre précaire, car il est déporté en dehors de l'axe de la jambe. Cette déviation physiologique sert d'amortisseur : le porte à faux est limité par le ligament latéral interne et la tension du jambier postérieur redressera le calcaneum en fournissant une force de rappel. La palette axiale forme l'axe podal statique, mais ne supporte pas le maximum des charges. Il faut savoir cependant, que la ferme podale peut elle aussi, subir des variations importantes physiologiques.

- ferme médiane statique : l'ensemble est bien haubané et forme une ferme solide qui peut ainsi assurer la statique podale. On comprend mieux le pourcentage réduit de transmission des forces au regard de la pauvreté de son entrait. Le grand ligament plantaire unit le calcaneum à la base des métatarsiens mais le cuboïde reste en dehors

du système. Une aide ligamentaire est nécessaire, car les électromyogrammes ont prouvés l'inactivité musculaire.

- arche externe : elle est peu élevée (elle surplombe le sol de 3 à 5 mm) et possède une retenue exemplaire du fait du grand ligament plantaire. Son point culminant est le cuboïde et on la définit comme étant l'élément statique du pied. En effet, l'appui latéral est facilité du fait de son abaissement relatif.

- arche interne : c'est l'arche la plus longue et la plus haute (15 à 18 mm de haut) avec pour point culminant le scaphoïde. Elle est l'élément dynamique du pied et permet, lors de la mise en charge, d'amortir les chocs : l'arche interne s'allonge et s'abaisse légèrement, offrant un peu de souplesse à l'ensemble podal. En outre, la triangulation lui confère un rôle prépondérant dans l'orthostatisme : la transmission des forces à son endroit est importante. Le calcaneum est en position externe par rapport au fût tibial. Tout appui va avoir tendance à l'infléchir en dedans et toute inflexion interne du calcaneum entraîne une rotation interne de l'astragale donc un transfert accru des contraintes au niveau de l'arche interne. Le premier métatarsien est donc muni de deux os sésamoïdes. Ils réalisent un point d'appui ferme du gros orteil au sol pour parfaire la statique du pied.

6.3.2 Démarche diagnostique pour la recherche d'un trouble postural

[175] :

Classiquement, la plante des pieds est considérée comme un capteur somesthésique fondamental. On insiste sur le rôle des propriocepteurs plantaires qui informent le cerveau sur la vitesse de déplacement du centre de gravité. Ces informations somesthésiques couplées aux informations oculaires et vestibulaires déterminent l'équilibre et la direction à suivre pour se déplacer. Le triceps sural est branché sur les trois premiers métatarsiens par le biais de la rotule calcanéenne et de l'aponévrose plantaire. Il permet la transmission du poids du corps vers la zone de l'avant-pied. Le pied ajuste ainsi au mieux son mouvement et induit une adaptation musculaire du mollet et de la cuisse, en rapport avec les informations recueillies. Chaque position est transmise au cerveau pour rétro-contrôle et ajustement selon les informations données par les autres capteurs.

Comme tout capteur, le pied fait partie du système global informatif ; il est interactif et interdépendant dans ce système. Il possède une double innervation sensorielle extéroceptive et proprioceptive qui lui permet de s'adapter au terrain, mais le pied va aussi devoir s'adapter aux perturbations des autres capteurs sensoriels, notamment oculaire et dento-manducateur. C'est ce qu'on appelle un système tampon majeur.

Il faut savoir avant tout que l'atteinte du capteur podal est extrêmement fréquente, soit du fait de déformations orthopédiques (capteur causatif), soit du fait de son adaptation aux désordres des autres capteurs (capteur adaptatif).

6.3.2.1 Entretien clinique:

On recherchera lors de l'entretien clinique, des antécédents familiaux (pieds plats ou creux) et personnels : traumatiques directs (contusion, talonnade, entorse, subluxation, écrasement,

fracture, rupture du tendon d'Achille, brûlure ou plaie) et indirects (par surcharge fonctionnelle ou secondaire au port de chaussures inadaptées), neurologiques (hémiplégie, Parkinson, polynévrite).

6.3.2.2 Etude des signes fonctionnels :

- douleurs axiales et périphériques : douleurs bilatérales au long cours qui surviennent n'importe quand. Elles sont plutôt basses ou initialement basses (pieds, genoux, hanches et rachis, plus rarement les épaules) et sont majorées à l'effort.

- douleurs podales : en rapport avec une affection rhumatologique, un problème d'orteils, des métatarsalgies statiques de la post-ménopause, des anomalies statiques, des tendinites ou aponévrosites.

6.3.2.3 Examen clinique :

- inspection comparative : elle recherche des anomalies statiques en station bipodale et monopodale (pathologie d'appui ou de frottement, malformations des orteils, désaxation de l'arrière-pied de type talus valgus ou varus, anomalie de l'arche interne, désaxation des membres inférieurs, usure ou déformation des chaussures) et des troubles dynamiques (anomalie de la marche pieds chaussés et/ou pieds nus) ;

- palpation : de la cheville, du talon, de la plante du pied, des bords interne et externe du pied (il est nécessaire pour cela de connaître parfaitement son anatomie) ; on vérifie les amplitudes articulaires (flexion dorsale de 20 à 30° de la tibio-tarsienne, inversion/éversion de 20° de la médio-tarsienne, varus de 30° et valgus de la sous-astragalienne de quelques degrés) ;

- examen neurologique : étude de la marche et de ses perturbations, bilan de la force musculaire groupe par groupe, étude du tonus musculaire, recherche des réflexes ostéo-tendineux, du réflexe cutané plantaire et des réflexes de défense, étude de la sensibilité, étude de la neurotrophie et examen vasculaire ;

- empreintes au podoscope : l'empreinte bipodale physiologique comprend une empreinte centrée ovale du talon, une bandelette longitudinale externe dont la largeur est le tiers de la largeur totale du pied, l'empreinte des têtes de tous les métatarsiens et celle d'appui de la pulpe des cinq orteils ; cet examen revêt une grande importance car les anomalies podales vues au podoscope (pied plat symétrique valgus et pied creux symétrique varus) se répercutent des pieds à la tête...

Le pied plat est un pied sans cambrure avec augmentation des surfaces d'appui, pronation de l'arrière-pied et disparition des arches longitudinales interne et externe ou uniquement externe. *Le valgus* est défini par un axe de l'arrière-pied oblique en bas et en dehors de plus de 5°. Ces anomalies perturbent totalement la statique : on retrouve une rotation interne de l'axe tibial, un genu valgum et parfois recurvatum, une légère diminution de la rotation interne du fémur, une antéversion des ailes iliaques, une horizontalisation du sacrum et enfin une antépulsion de L3 avec hypercyphose dorsale et hyperlordose cervicale de compensation. Le plan scapulaire devient postérieur par rapport au plan fessier et la tête est projetée vers l'avant.

Ce pied plat symétrique valgus est à l'origine de signes fonctionnels invalidants : boiterie, douleurs scaphoïdiennes, crampes, brûlures, entorses, gonalgie, rachialgie et à terme ankylose et arthrose.

Le pied creux est un pied court à voussure dorsale, avec dénivellation entre l'arrière-pied et l'avant-pied et creusement des arches longitudinales interne et externe. *Le varus* est défini par un arrière-pied oblique en bas et en dedans. Les répercussions corporelles sont les suivantes : rotation externe des axes fémoro-tibiaux, genu varum et parfois flessum, rotation externe du col fémoral, rétroversion et verticalisation du sacrum et diminution de la lordose lombaire et de la cyphose dorsale. Le plan scapulaire est antérieur par rapport au plan fessier et le profil révèle un dos plat, des fesses plates et une tête projetée vers l'avant. Ce pied creux symétrique varus s'accompagne de brûlures plantaires, dysesthésies, entorses, syndrome fémoro-patellaire, gonalgie, rachialgie, coxarthrose et à terme, griffe des orteils, corde des extenseurs, hyperkératose et durillons d'hyper-appui.

Il existe aussi des pieds creux symétriques valgus caractérisés par une verticalisation du calcaneum, une fermeture des arches, un étalement de la palette métatarsienne et un axe oblique en bas et en dehors. Les gonalgies, la gonarthrose, la coxarthrose et les rachialgies accompagnent ces déformations.

Il faut savoir que les déformations podales symétriques sont rares ; on retrouvera plus facilement des pieds asymétriques valgus ou varus (avec rotations asymétriques des axes tibio-fémoraux, genu varum ou valgum, recurvatum ou flessum, des torsions hélicoïdales du bassin, des attitudes scoliotiques et des blocages vertébraux), des pieds dissymétriques (varus et valgus ou plat et creux) et enfin des pieds pathologiques dans leur dynamique. Ces malformations peuvent être congénitales, traumatiques ou dues à un désordre statique. Dans la plupart des cas, il s'agit de troubles statiques et les pieds sont dits adaptatifs.

- examen postural : il met en évidence une bascule controlatérale des ceintures scapulaire et pelvienne (vaste torsion hélicoïdale des ceintures), une limitation de la rotation cervicale du côté de la latéralité et une rotation hétérolatérale des épaules par rapport au bassin.

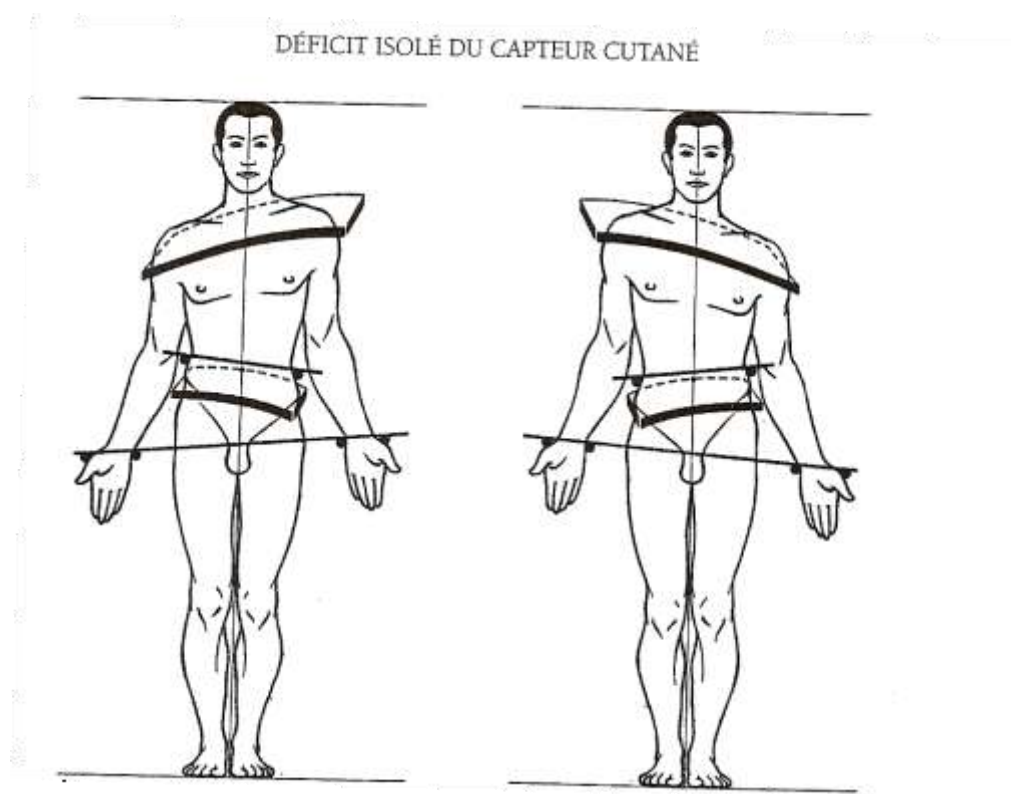


Figure 86 - Représentation schématique des conséquences d'un déficit isolé du capteur cutané. Bascule controlatérale adaptative des ceintures scapulaire et pelvienne donnant l'illusion d'une " jambe courte " et d'un membre supérieur controlatéral " long " (d'après Willem 2004)

Le diagnostic se base là aussi sur quatre signaux d'appel forts selon Willem (2004):

- bascule tampon controlatérale des ceintures ;
- limitation de la rotation cervicale du côté de la latéralité ;
- rotation hétérolatérale des épaules par rapport au bassin ;
- douleurs rachidiennes basses au long cours.

6.3.3 Test diagnostic rapide : verticale de Barré :

Guillaume (1999) affirme au sujet du test de la verticale de Barré qu'une déviation de l'épineuse de L3 dans un plan sagittal signe un problème ascendant, c'est-à-dire pour le podologue, une implication de l'entrée podale. La validité de ce test, facile à mettre en œuvre et indépendant de l'opérateur, a été confirmée par d'autres auteurs [100]. L'expérience regroupait 191 personnes âgées de 6 à 81 ans présentant un syndrome de déficience posturale, avec pour unique cause, l'entrée plantaire. Ces patients ont bénéficiés durant trois mois d'un traitement par semelles de posture. Le test des pouces montants et le test posturo-dynamique ont servi de base pour l'établissement de l'échantillon. Au final, 82,7% des cas étudiés manifestent une désaxation isolée de l'épineuse de L3 lorsque l'entrée podale est estimée cliniquement exclusivement concernée. Legendre-Batier (2006) considère ce test comme « plutôt fiable » et « méritant d'être utilisé pour appuyer ce diagnostic ».

Il faut savoir aussi que la mise en place de semelles polarisantes normaliserait immédiatement les perturbations posturales retrouvées à l'examen en cas d'atteinte isolée du capteur podal. Les semelles orthopédiques classiques à reliefs ne sont pas d'un grand intérêt, car elles ne corrigent que très imparfaitement ces paramètres posturaux [175].

6.4 Problèmes posturaux d'origine proprioceptive :

6.4.1 Rappel anatomique :

La proprioception se définit comme la capacité à connaître la position de notre corps dans l'espace, ou de chacun de nos membres les uns par rapport aux autres, et à évaluer la résistance contre laquelle une tâche motrice est réalisée. Elle rassemble la *sensibilité à la position ou statesthésie* (informe en continu des angles formés par les articulations et donc de la position relative des membres entre eux et par rapport au corps), la sensibilité au mouvement ou kinesthésie (rapporte les données concernant la vitesse, l'amplitude et la direction) et enfin la sensibilité à la force.

La proprioception comporte deux volets :

- *la proprioception inconsciente* intervenant dans le maintien de la station debout et les ajustements posturaux repose sur des réflexes médullaires permettant des ajustements rapides ;

- *la proprioception consciente* permettant de déterminer la position des articulations repose majoritairement sur les informations provenant des fuseaux neuro-musculaires. Elle est le support de la statesthésie et de la kinesthésie et repose sur le traitement cortical des informations proprioceptives.

Mais l'existence de voies convergentes et redondantes à partir des afférences vestibulaires, visuelles et cutanées permet d'affiner les informations proprioceptives et de mettre en place des stratégies de compensation en cas de lésion.

Les capteurs de la proprioception peuvent être locaux (informations sur la position articulaire, musculaire et sur la force développée) ou à distance des muscles et des articulations (informations sur la position de la tête et du corps, ainsi que sur leurs déplacements). D'autres afférences sensorielles apportent des informations proprioceptives sans être récepteurs.

Extéroception et proprioception sont étroitement liées : toute information cutanée plantaire agissant sur la posture va modifier le message adressé à la sensibilité profonde; inversement, toute modification des rapports articulaires et de l'équilibre musculo-ligamentaire va modifier la statique et par conséquent va modifier les informations transmises aux capteurs de pression plantaires. Nous savons aussi qu'une dysfonction proprioceptive perturbe ou empêche le transfert d'afférences extéroceptives et qu'une sollicitation réflexe pourra permettre de s'adresser à une dysfonction organique par le biais des somatotopies cutanées.

6.4.1.1 Description des différents capteurs jouant sur la posture :

6.4.1.1.1 Les récepteurs musculaires :

Ils interviennent dans l'élaboration de la sensibilité consciente.

- les fuseaux neuro-musculaires : ce sont des formations complexes situées dans la partie charnue de tous les muscles striés ; leur densité est plus élevée dans les muscles participant à des mouvements fins et dans les muscles de la nuque. Chaque fuseau contient des fibres musculaires striées qualifiées d'intra-fusales et qui disposent d'une innervation sensitive (ces terminaisons sensibles sont sensibles à l'étirement du muscle et leur fréquence de décharge croît proportionnellement à la longueur musculaire) et motrice (l'activité des neurones fusimoteurs gamma provoque la contraction des fibres intra-fusales et permet de moduler la sensibilité à l'étirement du fuseau neuro-musculaire). Elles sont disposées en parallèles avec les fibres musculaires extra-fusales du muscle squelettique et subissent les mêmes variations de longueur. Il existe des *fibres dynamiques* (à sac nucléaire) qui ne réagissent qu'à l'établissement ou à la cessation de l'étirement et des *fibres statiques* (à sac nucléaire ou à chaîne nucléaire) qui déchargent pendant l'intégralité de l'étirement. Les récepteurs de type dynamique sont à adaptation rapide et innervent une fibre musculaire rapide, tandis que les récepteurs de type statique sont à adaptation lente et innervent une fibre musculaire lente ;

- les organes tendineux de Golgi : ils sont situés au niveau des jonctions musculo-tendineuses et musculo-aponévrotiques pour la majorité (on en retrouve très peu dans les tendons). Ces récepteurs sont sensibles à la tension exercée sur le muscle, que celle-ci résulte de la contraction ou de l'allongement des fibres musculaires. L'information porte sur l'aspect dynamique de la contraction des unités motrices (informations relatives à l'estimation et aux variations de la force de contraction) et la fréquence de décharge est maintenue à peu près constante pendant l'application du stimulus.

6.4.1.1.2 Les récepteurs articulaires :

Les récepteurs articulaires comprennent des récepteurs encapsulés (corpuscules de Ruffini, organes de Golgi-Mazzoni ou organes tendineux de Golgi, corpuscules de Pacini ou de Vater-Pacini) et des terminaisons libres.

- les corpuscules de Ruffini : ces récepteurs sont les plus nombreux et se situent au niveau des capsules et des ligaments articulaires. Ils sont formés d'un tissu de soutien fibro-conjonctif fusiforme dans lequel pénètrent les ramifications terminales d'un axone myélinisé. Ils renseignent sur la position des articulations et sur les attitudes du tronc. Ce sont des récepteurs articulaires statiques, actifs à l'intérieur d'un angle de 15 à 30° et cet angle d'activation est situé pour la grande majorité d'entre eux en position

extrême de l'articulation. Les informations qu'ils recueillent sont transmises au cortex et participent à l'élaboration de la proprioception consciente. Ils sont sensibles à la vitesse, la direction et l'amplitude et sont considérés comme les principaux responsables du sens de la position des membres. Les récepteurs des articulations proximales sont actifs à la fois au repos et pendant le mouvement, alors que les récepteurs des articulations distales sont du type « on-off » et n'envoient un signal qu'au début et à la fin du mouvement ;

- les organes de Golgi-Mazzoni : situés dans les ligaments articulaires, ils fonctionnent comme les précédents, mais ont un angle d'activation plus important ;

- les corpuscules de Vater-Pacini : ils sont peu nombreux, siègent dans la capsule articulaire et sont mis en jeu par les mouvements articulaires rapides. Ils sont responsables de la sensation du mouvement et de l'accélération balistique des segments de membres. Ils sont sensibles aux pressions et inactifs quand l'articulation est immobile ;

- les terminaisons libres : elles sont connectées à des fibres de plus fins diamètre (myélinisées ou non) et ne répondent qu'à des stimuli nociceptifs.

Les récepteurs articulaires et musculaires contribuent tous deux au sens de position des articulations. Dans le cas de lésion des récepteurs articulaires de la capsule, les récepteurs musculaires sont capables de conserver le sens de position des articulations presque normal.

Les propriocepteurs articulaires sont également à la base de réflexes segmentaires qui peuvent aboutir, par l'intermédiaire des entrées polysynaptiques, à un véritable emballement de la boucle gamma.

Des contraintes articulaires provoquent un véritable verrouillage musculaire. Ce phénomène réflexe est à l'origine de nombreux symptômes : raideurs articulaires, perte de mobilité, arthrose, crampes, courbatures, tendinites, déformations articulaires... Ce phénomène permet aussi de comprendre que le blocage vertébral est un phénomène auto-entretenu et si la manipulation interrompt momentanément cette boucle réflexe, la récurrence sera fréquente, car la plupart des blocages sont fonctionnels, liés à un déséquilibre des chaînes musculaires.

6.4.1.1.3 Les récepteurs cutanés :

Les mécanorécepteurs de la peau comprennent plusieurs types de récepteurs encapsulés dans une gaine conjonctive et des terminaisons nerveuses libres. Ils sont représentés par les corpuscules Meissner, les disques de Merkel, les corpuscules de Pacini et de Ruffini et sont innervés par les fibres A β . Leur distribution diffère selon que l'on considère la peau glabre ou la peau velue.

Ces récepteurs codent les différentes modalités de la déformation cutanée (étirement, frottement, pression...) et chaque récepteur a une fonction particulière. Les corpuscules de Meissner et les disques de Merkel semblent plus indiqués dans les phénomènes de discrimination spatiale. Les corpuscules de Pacini sont particulièrement sensibles aux oscillations mécaniques de la peau, tandis que les corpuscules de Ruffini sont très sensibles à la direction et l'amplitude de l'étirement.

Généralement considérés comme des extérocepteurs, il a été démontré que de nombreux récepteurs étaient aussi sensibles aux mouvements de la main et des articulations des doigts sans stimuli externes. Ils contribueraient au codage du mouvement volontaire.

De façon générale, on les classe en deux catégories :

- les récepteurs cutanés à adaptation lente : ils sont toniques, sensibles au tact et à la pression ; ils transmettent des signaux tant que le stimulus dure ;
- les récepteurs cutanés à adaptation rapide : ils sont phasiques et transmettent les signaux au début et à la fin du stimulus. Ils sont sensibles à la vitesse du déplacement.

Les extérocepteurs cutanés transmettent des informations aux muscles par l'intermédiaire des voies polysynaptiques, l'ajustement provoqué sera fonction de la sollicitation. Une partie des informations transitent également par les voies lemniscales et extralemniscales vers les centres supérieurs. Dans des conditions normales de fonctionnement, ces corpuscules donnent des boucles réflexes segmentaires qui interviennent dans l'ajustement du tonus de base des muscles et des informations suprasegmentaires, intégrées par l'ordinateur central.

6.4.1.1.4 Les récepteurs vestibulaires :

- canaux semi-circulaires : capteurs d'accélération angulaire, réagissant à une accélération soudaine de la tête ; ils se comportent comme des intégrateurs et transmettent leurs informations au système nerveux central (informations sur la vitesse et la direction du mouvement de la tête).
- otolithes : capteurs d'accélérations linéaires verticales (pour le saccule) et horizontale (pour l'utricule) ; il est aussi sensible à l'attraction gravitationnelle. Pendant l'immobilité, ils déchargent en fonction de l'intensité de la composante de l'accélération gravitaire ; cette valeur étant liée à la position de la tête, les otolithes donnent une information sur la position de la tête par rapport à la verticale. Pendant le mouvement, ils intègrent l'accélération.

6.4.1.1.5 Les afférences de la vision périphérique :

Les afférences liées à la vision périphérique complètent les informations vestibulaires et kinesthésiques.

Le rôle des afférences visuelles dans la sensibilité proprioceptive peut être facilement mis en évidence dans une situation de confusion entre mouvement du corps et mouvement de la scène visuelle : une scène visuelle en mouvement peut donner une sensation de mouvement de l'environnement par rapport au corps ou une impression que le corps se déplace par rapport à la scène.

Les afférences liées à la vision périphérique convergent avec les afférences vestibulaires et contribuent à l'évaluation de la vitesse des mouvements de la tête que ne peut pas détecter le labyrinthe quand la vitesse de déplacement est constante.

6.4.2 Démarche diagnostique pour la recherche d'un trouble postural [175] :

6.4.2.1 Entretien clinique :

Le rachis, pièce maîtresse de l'axe corporel, est à l'évidence considérablement impliqué dans les phénomènes posturaux : n'importe quelle dysfonction proprioceptive étagée le long de la colonne, n'importe quel blocage, n'importe quelle lésion vertébrale est susceptible de ralentir, sinon de mettre en échec un traitement postural. Toute dysfonction doit donc être dépistée et traitée en première intention s'il ne s'agit pas d'un phénomène compensatoire dû au dérèglement d'un autre capteur.

Le rachis cervical a pour rôle essentiel l'orientation de la tête dans l'espace et, plus exactement, l'orientation des organes des sens et, au premier chef, l'horizontalité du regard. Il se décompose en un rachis cervical supérieur (occiput, atlas et axis) et en un rachis cervical inférieur dont les mouvements se complètent sur le plan fonctionnel. Le rachis cervical supérieur assure les mouvements de rotation, flexion-extension et inclinaison ; le rachis cervical inférieur permet essentiellement les enroulements et torsions. Il constitue un capteur somesthésique important. Il a une forte capacité d'adaptation mais les désordres posturaux peuvent à la longue fixer ces adaptations, qui dès lors, relèvent de traitements conjoints posturaux, allopathiques et kinésithérapiques. Du point de vue postural, la proprioceptivité cervicale complète celle des systèmes proprioceptifs de l'œil et des A.T.M.

Il faudra rechercher, lors de l'entretien clinique, des antécédents traumatiques (coup du lapin) ou psychiques (attaques de panique), des cervicalgies, des névralgies cervico-brachiales, des manifestations vertigineuses, des céphalées ou des acouphènes.

6.5.2.2 Etude des signes fonctionnels :

Les plaintes rapportées par le patient sont à type d'algies cervicales ou dorsales hautes, de vertiges, de maux de tête ou acouphènes. On retrouve aussi souvent des troubles névrotiques du type attaques de panique. Le rachis cervical est une des cibles préférentielles des désordres psychiques.

6.4.2.3 Examen clinique :

- inspection : on notera l'aspect global du cou, une éventuelle déviation des épineuses, une asymétrie tonique musculaire, une scoliose ou une asymétrie fixée ;

- palpation : on recherche des contractures musculaires, des algies et des dérangements intervertébraux mineurs ; les cellulalgies d'origine cervicale sont localisées en sus-auriculaire pour C0 et C1, au niveau temporal antérieur, mastoïdien, sourcillaire et sus-orbitaire pour C1 et C2, au niveau de la mastoïde et du sourcil pour C2 et C3 et au niveau rétro-malaire ou entre le cou et l'épaule pour C3 et C4. Les myalgies d'origine cervicale sont placées au niveau du faisceau antérieur du muscle temporal, du trapèze et de l'angulaire de l'omoplate. Enfin, les périostalgies sont retrouvées au niveau de la branche montante de la mandibule.

- examen psychologique : l'anxiété et l'émotion ont fréquemment pour cible le rachis cervical ;

- examen postural : la rotation active et passive du cou est souvent réduite.

6.4.3 Test diagnostic rapide:

Le test de Fukuda permet de visualiser un spin du côté de la contracture et *le test de Romberg* est très perturbé lors de l'étirement musculaire du côté contracturé avec occlusion des yeux [175].

6.5 Problèmes posturaux d'origine cutanée : cicatrices et dermatoses :

6.5.1 Rappel anatomique :

La peau et ses annexes (glandes sudoripares et sébacées, poils et ongles) forment un ensemble d'organes extrêmement complexe qui assument de nombreuses fonctions pour la plupart protectrices. L'ensemble de ces organes est appelé système tégumentaire.

La peau présente une superficie de 1,2 à 2,2 m² pour un poids moyen de 4 kg et son épaisseur varie entre 1,5 et 4 mm suivant les zones du corps humain. Elle est formée de deux parties distinctes : *l'épiderme* (composé de cellules épithéliales) et *le derme* (tissu conjonctif dense vascularisé: les nutriments diffusent à partir des capillaires du derme, par le liquide interstitiel, jusqu'aux cellules de l'épiderme). L'hypoderme, tissu sous-cutané situé sous la peau est en interaction fonctionnelle permanente : il constitue la réserve de graisse et donc d'énergie (ces amas graisseux permettent aussi d'absorber les chocs et d'isoler les tissus pour limiter les pertes d'eau) et relie la peau aux structures sous-jacentes tout en lui assurant fluidité.

6.5.1.1 Les extérocepteurs cutanés :

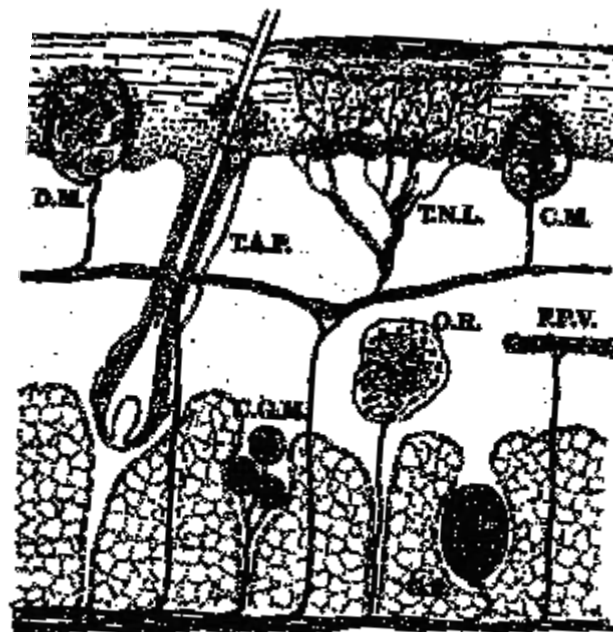
Ils traduisent les variations des informations du monde extérieur en phénomènes bio-électriques. Leur répartition est inégale : riche au niveau de la paume des mains et de la plante des pieds, plus pauvre sur le reste du corps.

- les terminaisons libres (à fibres fines ou épaisses) : les plus nombreuses; elles sont de formes très diverses et leur type dépend de la fibre afférente ;

- les terminaisons complexes non encapsulées : le corpuscule de Merkel, très sensible à la pression, mais plutôt présent dans les zones poilues ;

- les terminaisons complexes encapsulées : les corpuscules fuselés (récepteurs de Golgi et récepteurs de Ruffini) et les corpuscules à structure lamellaire (récepteurs de Meissner très sensibles à l'étirement, de Krause, de Golgi-Mazzoni et de Pacini sensible à la pression).

En pathologie, certaines cicatrices pourraient perturber de façon notable l'équilibre tonique postural (« la cicatrice contribue à entretenir un trouble statique qui est lui-même la cause des dermalgies réflexes responsables de la pathogénicité cutanée») et entraver de façon conséquente le travail de reprogrammation [23].



G.M. : Corpuscule de Golgi-Mazzoni.
T.N.L. : Terminaisons nerveuses libres.
T.A.P. : Terminaisons associées aux poils.
D.M. : Disques de Merkel. G.P. : Corpuscule de Pacini.
G.G.M. : Corpuscules de Golgi-Mazzoni.

Figure 87 - Les extérocepteurs cutanés (d'après Bricot 1996)

6.5.2 Démarche diagnostique pour la recherche d'un trouble postural

[175] :

6.5.2.1 Entretien clinique:

Les cicatrices dites pathologiques ou pathogènes ont le pouvoir de décompenser totalement le système postural ; elles peuvent retentir sur le système occlusal et dans tous les cas perturbent l'action des semelles polarisantes. Elles sont donc à traiter en priorité. De plus, les dermatoses aiguës sévères sont susceptibles d'entraîner ou de majorer des troubles posturaux.

L'entretien clinique fera le lien entre la date de l'opération et la survenue des troubles posturaux : l'apparition précoce de signes posturaux en post-opératoire indique vraisemblablement une pathologie d'origine cutanée.

Il faudra aussi s'enquérir de l'emplacement cicatriciel : les cicatrices pathogènes siègent préférentiellement au niveau des régions deltoïdiennes, dorsales et médio-sternales.

6.5.2.2 Etude des signes fonctionnels :

- cutanés : rougeur, prurit, boursouflures, dermalgies réflexes, hyper ou hyposensibilité pour les cicatrices pathologiques; prurit psychogène généralisé ou localisé entraînant des névrodermites, dermites phobiques, pathomimie, eczéma, psoriasis et pelade pour les dermatoses aiguës sévères ;

- généraux : dérangement intervertébral ;

- psychologiques : présence de troubles psychologiques très fréquents dans les cas de dermatose : angoisse majeure, conversion hystérique, phobies et dysmorphophobies, auto-agressions.

6.5.2.3 Examen clinique :

- inspection : il faut savoir distinguer une cicatrice d'apparence banale, d'une cicatrice pathologique :

La cicatrice physiologique est un processus harmonieux entre synthèse et résorption tissulaire. La cicatrice se forme suite à une épithélialisation par mitoses, des glissements épidermiques, une formation de néo-tissu conjonctif, une synthèse de collagène et de substance fondamentale et un modelage des plaies. Elle présente des bords fins, est de couleur pâle, non prurigineuse et souple.

La cicatrice pathogène peut revêtir quatre aspects : elles peuvent être *rétractiles* (surtout au niveau des plis de flexion), *hypertrophiques* (elles sont boursoufflées, rouges, prurigineuses et d'apparence précoce), *chéloïdes* (elles peuvent survenir

spontanément ou après un traumatisme du type chirurgie, brûlure, vaccin, acné, tatouage) et *déhiscentes* (elles sont liées à une fonte graisseuse localisée).

- palpation : la palpation d'une cicatrice pathologique est souvent hypersensible ; elle est plus rarement hyposensible.

- examen général : on retrouve fréquemment un dérangement intervertébral et une dermalgie réflexe dans le territoire métamérique correspondant. Ces cicatrices sont caractérisées par l'effondrement du pouls radial suite à son affleurage. On peut le mettre en évidence en prenant avec le pouce le pouls du patient. Il est important de n'appuyer que superficiellement pour ne pas percevoir son propre pouls. A l'aide de l'angle d'une compresse, on effleurera la cicatrice dans sa longueur. Si le pouls radial s'effondre, c'est que la cicatrice est pathologique [23].

- examen postural : on peut observer une bascule du bassin suite au massage appuyé de la cicatrice pathogène [23].

6.5.3 Test diagnostic rapide :

La mise en place d'un aimant, face nord au niveau du point d'acupuncture P1 (au niveau de la région supéro-externe du thorax, dans le deuxième espace intercostal et au niveau du sillon delto-pectoral) régularise les problèmes posturaux liés aux cicatrices pathologiques [175].

On peut temporairement annihiler les désordres posturaux d'une cicatrice pathogène :

- soit par le froid, en passant un glaçon ou en posant un coton réfrigéré à l'aide de cryo-fluorane sur la cicatrice. Willem (2004) recommande de laisser le glaçon en place durant deux minutes, tandis que Bricot (1996) parle de quelques dizaines de secondes...

- soit par le chaud à l'aide d'un laser durant quelques dizaines de secondes : le laser peut également servir au traitement, notamment ceux émettant dans l'infrarouge un rayonnement pulsé d'une puissance de crête supérieure à 10 watts [23];

- soit par le biais d'aiguilles d'acupuncture placées le long de la cicatrice [175].

6.6 Problèmes posturaux d'origine vestibulaire :

6.6.1 Rappels anatomiques [92] :

6.6.1.1 Généralités :

L'organe vestibulo-cochléaire, situé dans la partie pétreuse de l'os temporal, est très complexe et formé de deux organes différents :

- *l'organe de l'audition* comprenant l'oreille externe, l'oreille moyenne, la partie antérieure de l'oreille interne et le labyrinthe cochléaire ;

- *l'organe de l'équilibration* représenté par la partie postérieure de l'oreille interne et le labyrinthe vestibulaire.

Trois parties forment le système vestibulaire :

- *l'organe sensoriel* représenté par le labyrinthe de l'oreille interne ;
- *l'organe de transmission* qu'est le nerf cochléo-vestibulaire ;
- *les connections* avec le système nerveux central.

6.6.1.1.1 L'organe sensoriel :

L'oreille interne est constituée d'une cavité osseuse irrégulière, le labyrinthe osseux, logeant un sac membraneux, le labyrinthe membraneux, rempli d'un liquide, l'endolymphe. Les labyrinthes osseux et membraneux sont séparés par l'espace périlymphatique contenant sa périlymphe. Du point de vue fonctionnel, l'oreille interne comprend :

- le vestibule et les canaux semi-circulaires destinés à l'équilibration ;
- la cochlée, organe de l'audition.

Jumelé avec l'organe sensoriel de l'audition, pour former le labyrinthe membraneux, l'organe sensoriel responsable de l'équilibre comprend les canaux semi-circulaires et le vestibule.

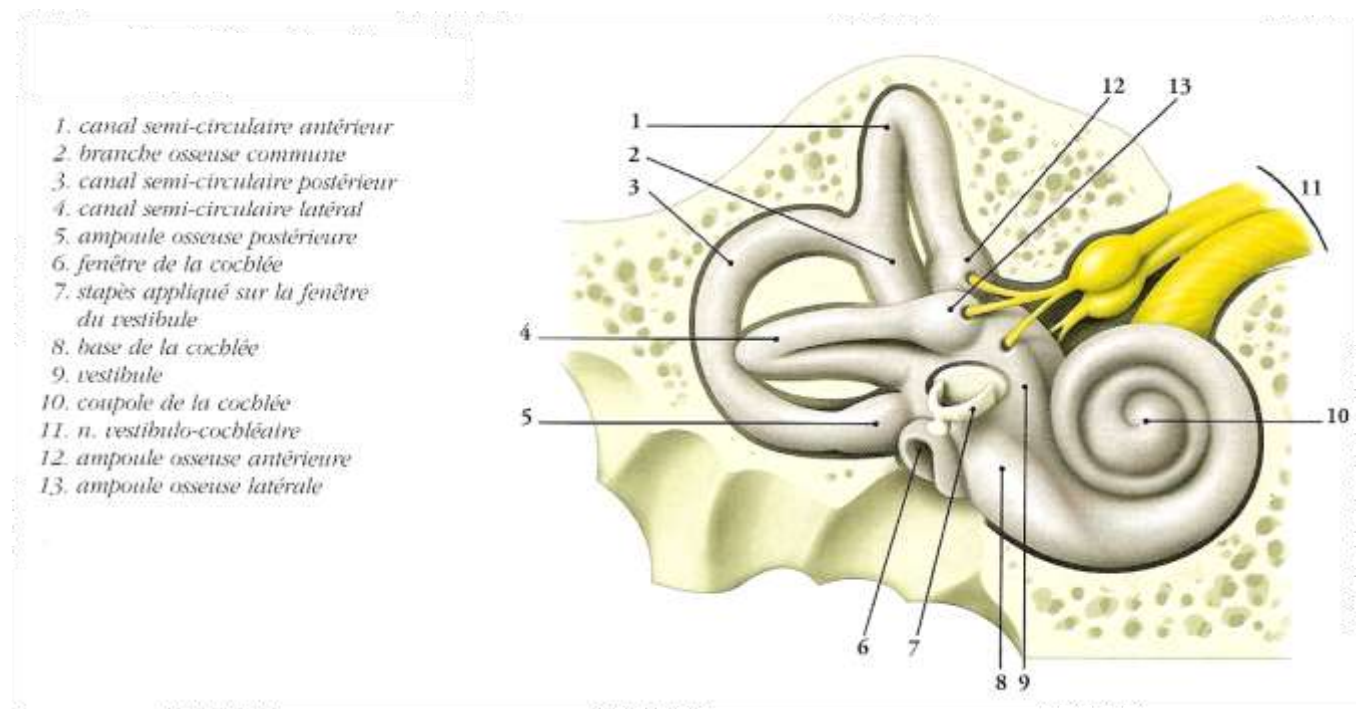


Figure 88 -le labyrinthe osseux droit en vue latérale antérieure (d'après Kamina 2002)

6.6.1.1.1 Les canaux semi-circulaires :

Ce sont des canaux incurvés, qui s'ouvrent dans le vestibule par leurs extrémités. Au nombre de trois, postérieur (plan frontal), antérieur (plan sagittal) et latéral (plan horizontal) ; ils sont situés dans les trois plans de l'espace, lorsque la tête est fléchie de 30° vers l'avant. Chaque canal présente une extrémité dilatée, l'ampoule osseuse et une partie cylindrique, la branche osseuse. Chaque ampoule présente un repli semi-lunaire interne, la crête ampullaire, constituée d'un neuro-épithélium et d'une cupule gélatineuse. Ce neuro-épithélium comporte une membrane basale sur laquelle s'appuient les cellules de soutien et les cellules sensorielles. Ces cellules possèdent un cil actif ou flagelle appelé Kinocil, entouré d'une cinquantaine de longs stéréocils inactifs formant le support d'une masse gélatineuse. L'ensemble forme ce que l'on appelle la cupule, véritable porte fermant le canal ampullaire et s'ouvrant dans un sens ou dans l'autre selon l'inertie de l'endolymphe. La cupule gélatineuse est constituée à 90% de protéines et, en position de repos, les cupules obstruent la lumière du conduit semi-circulaire comme une valvule.

Organes de l'équilibre cinétique, elles sont sensibles aux mouvements angulaires (accélération et décélération). Au cours des mouvements de la tête, les crêtes et les cupules suivent le mouvement de la tête, tandis que l'endolymphe, grâce à son inertie, reste presque stationnaire. Ainsi, lors d'une accélération, les stéréocils se plient en sens inverse du mouvement de l'endolymphe; lors d'une décélération, le mouvement est inverse. Des phénomènes simultanés se produisent dans l'oreille opposée.

6.6.1.1.2 Le vestibule :

Le vestibule est un ovoïde irrégulier, aplati transversalement et perpendiculaire à l'axe du rocher. Ses structures sont à l'échelle millimétrique : il mesure 6 mm en sagittal, 4 mm en vertical et 2 mm en transversal.

Il est formé du saccule et de l'utricule, deux sacs ovoïdes qui présentent à l'une de leurs extrémités une dilatation que l'on appelle l'ampoule. L'utricule répond à la fenêtre vestibulaire et reçoit l'aboutissement des canaux semi-circulaires. D'autre part, l'utricule est relié au saccule par l'intermédiaire du sac endolymphatique situé dans la dure-mère. L'ensemble de ces structures est relié au limaçon, organe sensoriel de l'audition.

Les cellules sensorielles du vestibule sont situées dans l'utricule et le saccule. Elles sont groupées dans les taches ou macules acoustiques, plages ovoïdes d'environ 2 mm et situées dans un plan vertical pour le saccule (paroi médiale) et horizontal pour l'utricule (paroi latérale). Les macules acoustiques correspondent aux aires d'origine des nerfs sacculaires et utriculaires. L'utricule et le saccule sont, en fait, constitués d'une lame fibreuse et d'un neuro-épithélium, composé lui-même de cellules de soutien et de cellules sensorielles. Il s'agit pour ces dernières, de cellules ciliées, reliées par une masse gélatineuse à une membrane visco-élastique ou membrane otolithique recouverte d'une poussière de particules cristallines de calcite, les statoconies ou otolithes dont le poids spécifique est plus élevé que celui de l'endolymphe qui baigne l'ensemble du système.

Organes de l'équilibre statique, elles sont sensibles aux accélérations linéaires. Lorsque la tête est inclinée, le poids des statoconies entraîne le déplacement de la membrane des statoconies et des stéréocils.

6.6.1.1.2 L'organe de transmission : le nerf vestibulaire :

Le corps cellulaire des fibres qui forment le nerf vestibulaire est bipolaire et se trouve dans le ganglion de Scarpa (paire de ganglions nerveux, situés près du conduit auditif externe, au point d'union du nerf facial et de la branche vestibulaire du nerf cochléo-vestibulaire). Les prolongements de ces fibres s'insinuent entre les cellules ciliées des taches et crêtes acoustiques où elles vont chercher l'information.

A la sortie du conduit auditif interne, les nerfs vestibulaires supérieur et inférieur sont distincts du nerf cochléaire. A l'approche du tronc cérébral, ils ne vont plus former qu'un seul nerf dont l'origine apparente se situe à la partie externe du sillon bulbo-protubérantiel en dehors du nerf facial.

Les cylindraxes des fibres vestibulaires vont pour leur majorité faire synapse dans les noyaux vestibulaires sous l'aile blanche externe du IVème ventricule. Ils sont au nombre de quatre: les noyaux de Deiters, Schwalbe, Bechterew et le noyau descendant situé sous le noyau de Deiters.

Cependant, quelques fibres vont aller directement se connecter au noyau du toit du cervelet pour former le faisceau vestibulo-cérébelleux d'Edinger.

6.6.1.1.3 Les connections avec le système nerveux central [78] :

6.6.1.1.3.1 Voies efférentes vestibulofuges :

- vers le cervelet : *faisceaux vestibulo-cérébelleux direct ou croisé.*

Ces neurones sont issus des quatre noyaux et passent par le pédoncule cérébelleux inférieur. Ils se dirigent vers le cortex flocculo-nodulaire (archéo-cérébellum) puis font relais pour aller aux noyaux du toit. Certains neurones vont directement aux noyaux du toit; d'autres vont au cortex cérébelleux sans faire relais dans les noyaux vestibulaires.

- voies ascendantes : *bandelette longitudinale postérieure.*

Ces neurones sont issus essentiellement du noyau de Bechterew et gagnent de manière directe ou croisée les noyaux oculo-moteurs III, IV et VI (ces connections permettent le réflexe oculo-céphalogyre). D'autres vont jusqu'au thalamus. Les connections avec le cortex cérébral n'ont pas encore été prouvées anatomiquement, mais chez l'animal, le cortex pariétal joue un rôle dans l'équilibration.

- voies descendantes : *faisceaux vestibulo-spinaux direct et croisé (faisceau longitudinal médial).*

Ces neurones sont issus essentiellement des noyaux de Deiters et du noyau descendant. Il existe des connexions avec des noyaux des nerfs crâniens par l'intermédiaire de la BLP et les faisceaux vestibulo-spinaux situés à la partie antérieure de la moelle donnent des connexions à la corne antérieure à tous les niveaux.

6.6.1.1.3.2 Voies afférentes vestibulopètes :

Il s'agit essentiellement des faisceaux cérébello-vestibulaires direct et croisé, nés des noyaux du toit.

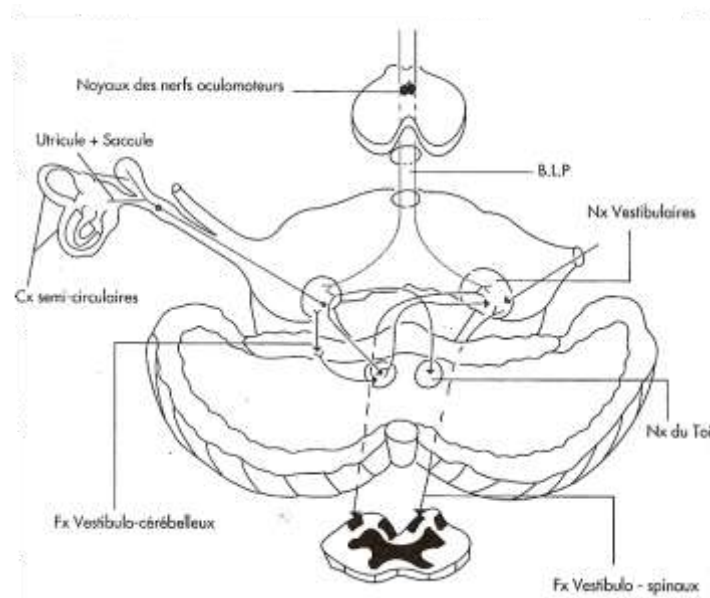


Figure 89 - Systématisation des connexions du système vestibulaire (d'après Grob 1992)

6.6.2 Renseignements utiles à recueillir [175] :

6.6.2.1 Entretien clinique :

Le capteur labyrinthique a longtemps été considéré comme un facteur primordial d'équilibre. En fait, son rôle serait secondaire par rapport aux entrées oculaires, cutanées et dentaires. Néanmoins, il n'est pas négligeable et son examen doit faire partie du bilan postural de base. Du point de vue physiologique, le système vestibulaire est le capteur du champ gravito-inertiel et le système vestibulo-oculo-statique stabilise les images sur la rétine.

L'entretien clinique s'attache aux antécédents familiaux (hypoacousie et surdité) et personnels (traumatiques, infectieux type otite ou oto-mastoidite, dentaires type algies liées aux dents de sagesse, neurologiques type neurinome de l'acoustique, chirurgicaux au niveau de l'oreille interne, médicamenteux).

Il faut savoir que de nombreux traitements peuvent être oto-toxiques : en particulier, les aminosides, la quinine, la cisplatine, le furosémide, les sédatifs et les neuroleptiques centraux (liste non exhaustive).

6.6.2.2 Signes fonctionnels :

Les signes fonctionnels n'apparaissent pas qu'au niveau local, ils peuvent être aussi régionaux, généraux et psychologiques:

- locaux : acouphènes (unilatéraux), otalgies (otite chronique, maladie de Ménière, accidents d'évolution des dents de sagesse, arthrose cervicale), surdité de transmission (otite, otospongiose, perforation tympanique), surdité de perception (neurinome, maladie de Ménière) et otorrhée ;

- régionaux : vertiges (instabilités, vertige des hauteurs, vertiges intermittents de la maladie de Ménière, vertiges positionnels paroxystiques bénins, vertiges en voiture ou en ascenseur liés aux accélérations ou décélérations brutales), céphalées et migraines ;

- généraux : mal des transports, rachialgies ;

- psychologiques : agoraphobie, peur du vide, anxiété, attaques de panique.

6.6.2.3 Examen clinique :

L'exploration clinique commence par un rapide examen des téguments, la recherche d'une malformation de l'oreille externe et une otoscopie (dépistage des perforations tympaniques, otospongioses et otites chroniques). Mais, elle doit avant tout permettre de différencier les atteintes de l'organe de l'audition des atteintes de l'organe de l'équilibration. Les surdités de transmission (atteinte de l'oreille moyenne) et de perception (atteinte de l'oreille interne) sont mises en évidence au diapason grâce aux tests de Weber et de Rinne. L'arc réflexe vestibulo-spinal, en cas d'atteinte, entraîne des troubles des déviations segmentaires que l'on peut étudier par quatre tests :

- le test de la marche aveugle : le sujet effectue trois pas vers l'avant, puis trois pas vers l'arrière, les yeux fermés. La direction préalablement définie doit être suivie ; en cas de pathologie vestibulaire périphérique, le sujet effectue un parcours en étoile ;

- le test de piétinement de Fukuda : ce test expliqué au chapitre des pathologies posturales explore les réflexes nucaux perturbés en cas d'atteinte vestibulaire périphérique ;

- le test de Romberg : test statique effectué sur sujet debout, les yeux fermés et les pieds joints. En cas d'atteinte, le sujet chute du côté lésé. Il faut savoir que la position de la tête modifie les résultats: en cas d'atteinte gauche et si le sujet tourne la tête à gauche, il chute vers l'arrière ; la tête tournée à droite, il tombe vers l'avant ;

- le test de la déviation des index : le patient est assis sur la table d'examen, le dos droit et les index tendus vers ceux du praticien qui servent de référence pour repérer, après occlusion des yeux, une déviation des index.

Le choix du test s'effectue selon les préférences du praticien: le praticien devra utiliser le test qu'il maîtrise le mieux et pourra, en cas de doute, s'aider d'un deuxième test complémentaire.

L'examen postural est pauvre en renseignements : l'examen des ceintures est peu parlant ; on pourra observer une limitation de la rotation cervicale.

6.6.3 Test diagnostic rapide :

Là encore, un aimant de 1500 gauss placé derrière la peau nue de l'oreille perturbatrice (légèrement au-dessus du centre de l'apophyse mastoïde) permet le rétablissement des paramètres posturaux et améliore en quelques semaines les signes fonctionnels.

7 Intérêt d'un traitement pluridisciplinaire : examens et traitements complémentaires [175]:

La correction des dysfonctionnements des entrées sensorielles ne peut être que globale. Cependant, il faut absolument éviter d'engager le malade dans un parcours l'envoyant voir successivement un kinésithérapeute, un podologue, un ostéopathe, un orthoptiste... jusqu'à ce que le capteur en cause soit retrouvé. Des médecins posturologues sont formés afin de dresser un bilan postural qui déterminera le ou les praticiens à consulter et dans quel ordre cela doit être fait. L'efficacité du ou des traitements mis en œuvre se vérifie par des enregistrements stabilométriques. Il est indispensable de s'en servir pour comparer les performances du patient avant et après traitement. On ne parle de guérison qu'après disparition des symptômes et des asymétries du tonus. Il faut aussi que les performances stabilométriques soient redevenues normales.

Il est en outre important de bien avoir à l'esprit qu'une même sphère corporelle nécessite parfois l'intervention de plusieurs professionnels de santé :

- *l'appareil manducateur* peut être traité par le chirurgien-dentiste (traitements dentaires et équilibration occlusale), le kinésithérapeute (rééducation maxillo-faciale) ou encore l'orthophoniste (rééducation fonctionnelle linguale et respiratoire, mais aussi rééducation de la déglutition) ;
- *le pied* porteur de troubles posturaux nécessite l'intervention du podologue (pose de semelles), du kinésithérapeute (rééducation sensitivo-motrice) et de l'ostéopathe (manipulations ostéopathiques) ;
- *le vestibule* est soumis à des tests ORL en cas de défaillance, mais sa rééducation se fait dans un cabinet de kinésithérapie ; certains vertiges persistants et sans étiologie apparente font l'objet d'une consultation neurologique afin d'écarter toute cause centrale (origine neurologique, tumorale ou vasculaire).

- *le système musculo-ligamentaire propriocepteur* retrouve son harmonie fonctionnelle auprès du kinésithérapeute et de l'ostéopathe ;
- *l'œil* est l'objet d'étude exclusive des ophtalmologistes et des orthoptistes ; la partie neurologique est confiée au neurologue ;
- *la peau* pathologique est traitée par des soins kinésithérapiques, mais peut très bien faire l'objet de soins chez le podologue si sa localisation est podale. Du point de vue médical, l'intervention d'un dermatologue est souvent nécessaire.

7.1 Le kinésithérapeute :

Le kinésithérapeute réalise de façon manuelle ou instrumentée, des actes destinés à rétablir les capacités fonctionnelles (musculaires, articulaires, organiques) ou à en prévenir l'altération. Il traite les traumatismes dus aux accidents ou les conséquences du vieillissement. Il soigne les affections bénignes (lombalgies, torticolis, entorses). Entièrement responsable de ses actes, il choisit les méthodes et les techniques à employer.

Entre autres, le rôle du kinésithérapeute consiste en des massages (évacuation lymphatique manuelle), en la mobilisation manuelle de toutes les articulations, au travers de manipulations vertébrales et des diminutions de déboîtements osseux ; en des étirements « musculo-tendineux » ; en une relaxation neuromusculaire, pour ceux qui sont sujets à des problèmes neurologiques, une rééducation « sensori-motrice » leur est effectuée par le kiné ; pour les sportifs ou toute personne sujette à un traumatisme, un renforcement musculaire chez le kinésithérapeute, leur sera conseillé. Aussi, en cas de troubles de l'équilibre, une rééducation « neuro-vestibulaire » pratiquée par le physiothérapeute est indispensable.

Par ailleurs, dans les activités que pratique le kinésithérapeute, l'électrothérapie (utilisation de vibrations sonores, d'infrasons, d'ultrasons, de diélectrolyse médicamenteuse, d'ondes électromagnétiques telles que les ultraviolets, les infrarouges, d'électrostimulation antalgique et excito-moteur; d'ondes mécaniques...) ; d'autres pratiques de physiothérapie telles que la pressothérapie, l'hydrothérapie et la kinébalnéothérapie, la cryothérapie et la thermothérapie font partie des spécialités du kinésithérapeute. Il peut aussi arriver que le kinésithérapeute dans l'exercice de sa fonction et ce, sous le contrôle d'un médecin (qui établira les résultats), demande au patient sujet d'un infarctus du myocarde d'effectuer une rééducation cardiovasculaire en vue de l'enregistrement d'électrocardiogrammes ; ou encore, lui demander par tractions mécaniques d'effectuer des élongations vertébrales. A cela s'ajoute aussi un recours à une rééducation respiratoire chez un sujet intubé ou trachéotomisé, effectué par le kinésithérapeute. En dehors d'un cabinet, le kiné peut aussi exercer au sein d'associations à but non lucratif, ou intervenir dans les secteurs de l'esthétisme et du sport.

Le kinésithérapeute est le professionnel de santé le plus souvent consulté dans les problèmes posturaux : en effet, il peut intervenir au niveau de l'appareil manducateur, du pied, du vestibule, de l'appareil musculo-ligamentaire et de la peau. Sa profession couvre ainsi la quasi-totalité du système informatif sensoriel.

Attention, le massage et la mobilisation des tissus est du domaine exclusif du kinésithérapeute.

- l'appareil manducateur : la rééducation en maxillo-faciale s'étend à des champs d'application très divers: troubles de la tétée à *la naissance* (avec pour origine des problèmes linguaux, une absence du réflexe de foussement ou des troubles des mouvements labiaux), des fentes palatines ou labiales, des I.M.C., des perturbations de la ventilation, de la déglutition et du contrôle salivaire d'origine génétique, des torticolis congénitaux. A *l'âge de l'école maternelle*, on retrouve des troubles de la langue, de la ventilation buccale et des déglutitions atypiques, mais aussi des troubles ventilatoires et des traumatismes de la face (le kiné est nécessaire à la rééducation des séquelles). *Vers l'adolescence* arrivent des troubles importants des praxies, les chirurgies orthognatiques des dysmorphoses (les suites opératoires exigent une rééducation des mouvements mandibulaires). *Chez l'adulte*, la traumatologie et la chirurgie orthognatique sont très présentes. On rencontre également des paralysies neurologiques faciales et de nombreuses atteintes faciales d'origine neurologique, de grosses mutilations et des reconstructions importantes en carcinologie maxillo-faciale (l'intervention du kiné consiste en des massages, drainage des oedèmes, mobilisation des segments, travail de la langue et de la déglutition, rééducation de la ventilation...). Dans les centres anti-douleurs, le kiné est confronté aux algies de la face, des troubles du fonctionnement du voile du palais... *Chez la personne âgée*, on retrouve une hygiène buccale insuffisante, des appareils inadaptés, une limitation de l'ouverture buccale, des troubles de la déglutition salivaire, des fausses routes, des pathologies gingivales...

- le pied : le kinésithérapeute participe à la prévention (en effectuant des massages, des mobilisations et des étirements des membres inférieurs et des pieds), à la rééducation et au réentraînement à l'effort dans le domaine sportif. Il s'occupe des évaluations fonctionnelles du membre inférieur et du pied par les *tests Delos* (analyse les caractéristiques du contrôle postural statique et dynamique par planchette basculante avec biofeedback visuel, structure d'appui pour éviter les chutes et d'un lecteur postural), le *test Optojump* (système de mesure optique calculant les temps de contact au sol et de vol d'une série de saut effectuée par l'athlète) et par les *tests de vitesse* (montre une augmentation des temps, une perturbation du rythme et de la longueur des foulées sur 10 ou 20 m) [9].

- le vestibule : après une évaluation oto-neurologique permettant de préciser le diagnostic de l'atteinte et les mécanismes en cause, il est possible d'effectuer un bilan pré thérapeutique et de choisir les techniques de rééducation les plus adaptées cas par cas. La rééducation s'adresse à des patients souffrant de vertiges et/ou de troubles de l'équilibre. Le rééducateur peut alors effectuer une évaluation des différentes afférences sensorielles : vestibulaire, visuelle et proprioceptive, et déterminer le schéma de l'organisation sensorielle du sujet. Le développement de questionnaires et d'échelles d'évaluation permet de quantifier l'intensité des symptômes et de leur retentissement, et de suivre les effets de la rééducation vestibulaire. La collaboration O.R.L. et kinésithérapeute est importante et permet d'optimiser la thérapeutique. La rééducation doit être la plus précoce et active possible, tout en sachant que la plasticité neuronale demeure à tout âge, même si elle diminue progressivement au fil des ans.

Le bilan kinésithérapique évalue la fonction d'équilibration du sujet dans sa globalité, en prenant en compte pour chaque patient, la présence de *signes vestibulaires spontanés* (sous lunettes de Frenzel ou vidéonystagmoscopie), les *rôles respectifs des informations proprioceptives* (épreuves vestibulo-spinales, du type épreuve des index, de Romberg, de

Fukuda et de marche en étoile, recherchant une déviation segmentaire), *vestibulaires* (par épreuves sur fauteuil rotatoire à vitesse élevée) et *visuelles* (étude des mouvements oculaires horizontaux et verticaux de poursuite en vision monoculaire et binoculaire), et enfin, une *évaluation de l'organisation neurosensorielle globale* (par la plate-forme de posturographie dynamique).

Les méthodes de rééducation utilisées sont les suivantes : *fauteuil rotatoire* (fauteuil stable avec appui-tête, ceinture de sécurité et cale-pieds dont le but est de symétriser les réponses; son axe de rotation passe par l'axe vertical de rotation de la tête et sa vitesse de rotation varie entre 10°/s et 400°/s), *générateur optocinétique* (générateur de lumière sphérique, percé de trous et combinant les déplacements lumineux dans les trois plans de l'espace, utilisé en chambre noire), *barres de diodes* (utilisé lors du bilan diagnostic pour l'étude de l'oculomotricité, la commande informatique du déplacement lumineux le long de la barre métallique permet de reproduire différents mouvements oculaires tels les mouvements de poursuite et les saccades oculaires), *plates-formes de rééducation* (la plate-forme de posturographie de Nashner, asservie aux mouvements du sujet, permet de quantifier les performances des différentes voies utilisées dans la fonction d'équilibration : proprioception, vestibule et vision et d'évaluer l'organisation neuro-sensorielle du sujet), *matériel d'observation du nystagmus* (lunettes de Frenzel ou caméras infrarouges de vidéonystagmographie).

- le système proprioceptif : l'évaluation de la sensibilité proprioceptive se fait par l'étude de deux types de sensibilité consciente : le sens du mouvement ou kinesthésie, plutôt dynamique (tests K1 et 2) et le sens de position dans l'espace ou statesthésie, plutôt statique (tests JSP 1, 2, 3).

Pour les tests K1 et 2, il s'agit de détecter le moment à partir duquel la jambe est mobilisée passivement en extension, à partir d'une position de repos en suspension (60° en flexion). Pour K1, la jambe est fortement comprimée dans une attelle pour diminuer la participation des afférences cutanées, pour K2, elle repose simplement dans une attelle.

Pour les tests JPS 1, 2, 3, le sujet est en décubitus dorsal, jambes pendant hors de la table. Une jambe est d'abord mobilisée passivement jusqu'à une position déterminée de façon aléatoire, y est maintenue quelques secondes avant d'être ramenée en position de départ. Ensuite, pour JPS1, la jambe est à nouveau mobilisée, le sujet devant reconnaître au passage la première position. Pour JPS2, le sujet doit reproduire manuellement, avec un goniomètre, l'angle atteint par la jambe lors de la mobilisation initiale. Pour JPS3, le sujet doit reproduire la première position obtenue avec la jambe controlatérale. La mobilisation passive de la jambe est effectuée par un dispositif motorisé [77].

Le kinésithérapeute peut agir au niveau du rachis notamment au niveau du rachis cervical en lui faisant retrouver souplesse (exercices d'étirement des muscles hypertendus) et force (exercices de contraction musculaire des muscles hypotoniques). Il lui permet de retrouver son rôle dans l'ensemble corporel par le massage, la rééducation de la motricité et de la puissance musculaire, la réintégration du rachis cervical au sein du schéma corporel. Dans les cervicalgies chroniques, les colliers de contention sont une aide thérapeutique bien utile pour le maintien du rachis en voiture ou au travail.

- la peau : le traitement des cicatrices de la peau et des muqueuses entrent aussi dans le domaine de compétence du kinésithérapeute. La kinésithérapie permettra de minimiser les rétractions et de ralentir la fibrose pour un assouplissement de la cicatrice et des tissus péri-cicatriciels, tout en augmentant la circulation locale, la perméabilité capillaire et le flux lymphatique. La prise en charge est basée sur les *massages défibrosants et assouplissants* (pétrissage doux, pincers de Leroy-jacquet, pressions glissées et pincer-rouler) et la *vacuothérapie* (la peau est mobilisée à l'aide d'une ventouse dans laquelle on crée le vide).

Les principaux axes du travail de rééducation de l'équilibre statique concernent la stabilisation des oscillations anormales, le travail des appuis (mise en charge), le travail du transfert des appuis et enfin le déplacement au sein des limites du polygone de sustentation. Ces exercices consistent par exemple, à faire monter un hémiplégique sur deux balances –une sous chaque pied- pour lui faire constater que son poids n'est pas également réparti et qu'il est capable de mettre en charge son membre malade. Utiliser un miroir pour travailler le contrôle postural assis ou debout, un feed-back visuel sur une colonne d'eau qui monte ou descend selon l'importance de la mise en charge réalisée, un feed-back auditif déclenché ou interrompu selon la pression que le malade exerce avec son pied sur un contacteur. Ces exercices peuvent être désormais suppléés par l'utilisation de la plate-forme de stabilométrie: ce n'est plus seulement une information de poids qui est fournie, c'est aussi une information de position et de mouvement. Ce programme de rééducation par biofeedback postural est au service des malades neurologiques, mais trouve aussi toute son utilité en traumatologie, pour les sportifs de haut niveau et les musiciens professionnels. Cette technique est susceptible d'apporter un plus à la panoplie des techniques déjà utilisées en kinésithérapie pour améliorer le contrôle postural et l'équilibre. Il reste à savoir si cette technique apporte un quelconque bénéfice en terme de récupération de la marche.

7.2 Le podologue :

Beaucoup de solutions s'offrent au podologue : semelles posturales, semelles thermoformées, semelles de Bricot, élément du médio-tarse de Fauguin-Helbert, semelles de Souvestre et semelles orthopédiques classiques. L'examen postural permet au podologue de constater l'efficacité immédiate et à long terme du traitement mis en place : il faut surveiller qu'il modifie bien le tonus postural et dans le bon sens. Il semblerait que les coins pronateurs classiques n'aient aucun effet, mais que les talonnettes puissent modifier le tonus postural, faire disparaître des céphalées, des hétérophories...

Les traitements posturopodiques comprennent les *traitements de reprogrammation posturale* (stimulation du capteur podal à l'aide de micro-reliefs sur semelles de posture) et les *traitements de neutralisation des informations parasites podales* :

- la reprogrammation posturale : les micro-reliefs (barres ou éléments de 1 à 3 mm d'épaisseur) jouent le rôle de stimulations extéroceptives et agissent sur les barorécepteurs de la sole plantaire. La précision des barorécepteurs est telle qu'ils détectent des variations de pression de l'ordre de 300 milligrammes et des déformations cutanées à partir de cinq microns. Leur stimulation améliore l'équilibre, alors que leur inhibition a tendance à la

perturber. Le mécanisme d'action des micro-reliefs est assez simple : ils piègent le système postural fin en lui faisant croire qu'il existe un déséquilibre, ce qui provoque une réaction immédiate de rééquilibration.

La détermination des zones podales à stimuler est fonction du bilan posturographique et clinique. Elle se vérifie par la réalisation de tests, patient couché, puis debout. Le praticien effectue tout d'abord une *manœuvre de convergence podale* [170] qui détermine la latéralité tonique : le sujet est en décubitus dorsal, détendu, tandis que le praticien imprime un mouvement passif de rotation interne des deux membres inférieurs (couple d'égale intensité). Cette manœuvre permet d'évaluer la symétrie de résistance des muscles rotateurs externes. L'examen se poursuit par la réalisation du *test des barorécepteurs plantaires* [170]. Il suffit d'appliquer avec les doigts une pression de l'ordre de 30 grammes sur les zones déterminées intellectuellement lors du bilan et de vérifier par une seconde manœuvre de convergence podale si l'asymétrie persiste ou non.

La vérification des stimulations plantaires se poursuit par la *manœuvre des pouces montants* [13]. La plupart du temps, à la première manœuvre et sans correction, un pouce monte plus haut que l'autre. Après avoir mis en place les micro-reliefs, les pouces doivent rester au même niveau. Cette observation doit être faite au niveau des E.I.P.S., de L3, D8, D4, C7 et au niveau de l'écaïlle occipitale. La détermination du traitement à mettre en œuvre se poursuit avec la *manœuvre de rotation de la tête*. Durant cette manœuvre, le patient améliore souvent l'amplitude de rotation de la tête suite à l'application des stimulations plantaires. Le contraire laisse à penser que le dérèglement n'est pas d'origine podale ou que le choix des zones à stimuler est à revoir. En outre, il faut veiller après instauration du traitement à *l'horizontalité des niveaux pelvien, scapulaire et céphalique*. Le traitement est enfin vérifié en dynamique à l'aide de la *manœuvre de piétinement de Fukuda*.

- la neutralisation des informations parasites : il s'agit de dysfonctionnements perturbant l'équilibre ou empêchant l'assimilation des informations en provenance des endo et des exocapteurs. Les *dysfonctions exogènes* comprennent des semelles orthopédiques ou des modifications de la chaussure inadaptées (facilitant l'apparition de troubles sus-jacents), des orthoplasties et les chaussures de sport. Les tests décrits auparavant peuvent servir de moyen de mise en évidence des troubles posturaux consécutifs au port de ces divers éléments. Les *dysfonctions endogènes* sont de trois types : ce sont des stimulations nociceptives consécutives à des épines irritatives d'appui plantaire (à l'origine de réflexes antalgiques qui modifient le tonus postural), des dysfonctions proprioceptives réduisant la mobilité des membres inférieurs (elles perturbent la biomécanique articulaire et l'intégration des informations podales), des dysfonctions mécaniques (qui diminuent la surface de contact du pied au sol et diminuent les afférences sensorielles). *La neutralisation des épines irritatives plantaires* se fait par semelles antalgiques classiques de 3 à 5 mm d'épaisseur (action mécanique de décharge des zones d'hyper-appui qui abaisse le seuil de nociception). Le dépistage se réalise par simple palpation profonde de la sole plantaire et test des épines irritatives plantaires en comparaison sur sol dur et sur couche mousse. Il est possible d'associer à ces corrections antalgiques des éléments de reprogrammation posturale en cas de besoin. *La neutralisation des dysfonctions proprioceptives* du membre inférieur est nécessaire car, en excès, les stimulations plantaires posturales n'ont plus la même efficacité. Il faut débloquer le jeu articulaire, notamment au niveau tibio-tarsien. *La neutralisation des dysfonctions biomécaniques* traite les problèmes liés aux pieds creux, valgus et varus qui, ont en commun de diminuer le contact du pied au sol. Pour tester la nécessité de semelles thermoformées, on peut utiliser la paume de la main pour une stimulation globale de la sole plantaire avant tests.

Il est nécessaire de revoir son patient très régulièrement après instauration d'un traitement postural, et ce, d'autant plus si l'on est podologue : si les manipulations mises en place sont efficaces, les appuis plantaires s'en trouvent modifiés et les zones de stimulation choisies peuvent devenir inefficaces. La prise d'empreinte au podographe avec contrôle au podoscope permet l'étude comparative de l'évolution de la sole plantaire lors des différents examens, au départ et après correction du capteur podal ou de l'ensemble des capteurs perturbés. Il semble que le patient doive être revu au bout de trois semaines pour s'assurer de la pérennité de l'action manipulatrice. La stimulation est dès lors réadaptée à l'état actuel du patient de la même manière qu'au premier rendez-vous (sauf en cas d'échec thérapeutique).

7.3 L'ostéopathe :

L'ostéopathie naît avec Andrew Taylor Still durant la deuxième moitié du XIX^{ème} aux Etats-Unis (1874). Elle va connaître un nouvel essor avec William Gardner Sutherland, ostéopathe formé par Still. En effet, Sutherland va développer le concept d'ostéopathie étendu au crâne. On retrouve ses découvertes dans son ouvrage the cranial bowl (1939). L'ostéopathie crânienne sera enseignée en France par son disciple Harold Magoun qui va publier la bible des ostéopathes crâniens : Osteopathy in the cranial field (1951).

L'ostéopathie est définie par le registre des ostéopathes de France (création en 1981) comme « l'art de diagnostiquer et de traiter, par la main, les dysfonctions de la micromobilité des tissus du corps, qui entraînent des troubles fonctionnels pouvant perturber l'état de santé ». La profession d'ostéopathe est enfin reconnue depuis la publication au journal officiel français de la loi numéro 2002-303 du 4 Mars 2002 relative aux droits des malades et à la qualité du système de santé (article 75).

Les principes de base de l'ostéopathie ont été posés par Still :

- le corps constitue une unité fonctionnelle indissociable (lorsqu'une structure du corps présente une perturbation dans son fonctionnement, cela retentit sur les structures situées à distance) ;
- la structure et la fonction sont interdépendantes (il faut une intégrité de notre charpente pour conserver la liberté de mouvements des tissus) ;
- le corps possède ses propres mécanismes de régulation (les liquides du corps doivent pouvoir circuler librement pour permettre la régénération des cellules et l'élimination des déchets) ;
- la dysfonction somatique ostéopathique est une réaction physiologique et mécanique d'une structure du corps en réponse à une agression ; elle s'accompagne d'une restriction de mobilité qui retentira à distance sur une ou plusieurs structures.

Le corps aurait une faculté d'auto guérison : il posséderait ses propres mécanismes de régulation, donc la dysfonction peut se résorber toute seule sans intervention de l'ostéopathe. Cependant, lorsque les capacités de l'organisme sont dépassées, le trouble fonctionnel perdure et peut être à l'origine d'une maladie. L'ostéopathe doit intervenir, si possible de façon préventive, sinon au moins de façon curative. Le traitement s'effectue par action mécanique sur le corps après diagnostic ostéopathique (diagnostic palpatoire définissant les perturbations de la mobilité, diagnostic étiopathique faisant le lien entre anatomie, physiologie et trouble fonctionnel, diagnostic d'exclusion alertant sur la présence d'une maladie organique). Les techniques ostéopathiques sont basées sur des techniques musculaires, articulaires, viscérales

et crâniennes. Elles sont censées traiter la ou les lésions ostéopathiques (restriction du mouvement physiologique articulaire ou tissulaire).

L'ostéopathe agit sur la totalité du corps, à savoir de la tête aux pieds :

Le crâne est formé d'un ensemble de pièces osseuses toutes mobiles les unes par rapport aux autres. Ce mouvement physiologique porte le nom de Mouvement Respiratoire Primaire ou MRP ; il bat au rythme de 6 à 12 pulsations par minute et peut être ressenti par le clinicien en apposant les mains de chaque côté du crâne. La liberté de mouvement serait une condition essentielle au maintien de l'état de santé [155]. Dans le cas contraire, une restriction serait le signe d'une maladie physique ou mentale [160]. Il y aurait un lien entre le mécanisme crânien et la dentisterie restauratrice :

- du point de vue osseux : l'os temporal est animé de mouvements cycliques (dus au MRP) entraînant l'articulation temporo-mandibulaire ; ce mouvement doit être symétrique, ce qui explique la nécessité de traiter les deux articulations temporo-mandibulaires en même temps.

- du point de vue musculaire : la décontraction musculaire serait plus rapide lorsque les os sont en bonne position.

- du point de vue neurologique : le mouvement des condyles dans l'os temporal est susceptible d'entraîner des troubles neurologiques liés aux nerfs glossopharyngien et vague ; l'orthodontie serait responsable de symptômes otolaryngologiques ; les extractions pourraient provoquer des paresthésies et des douleurs d'origine neurologique ; enfin, les suroccusions affecteraient le fonctionnement des nerfs facial et auditif en poussant la mandibule en distal dans l'os temporal [103].

Le pied est un capteur primaire d'information du système postural fin. Il est le plus important dans le contrôle de la posture orthostatique. Soumis à des contraintes mécaniques extrêmes, l'ensemble de l'architecture musculo-articulaire du pied présente fréquemment des blocages articulaires dont nous connaissons l'influence sur l'équilibre du corps. L'ostéopathe est alors à l'origine du rétablissement de cette harmonie architecturale ; après un examen clinique du système postural fin et un examen clinique ostéopathique du pied, le traitement ostéopathique doit être instauré rapidement (cela évite les modifications compensatoires à distance).

Une étude des modifications stabilométriques suite à un traitement ostéopathique du pied montre une différence statistiquement significative des paramètres x et y en situation yeux fermés et du paramètre surface en situation yeux ouverts. Un contrôle stabilométrique réalisé trois semaines après correction révèle une persistance d'action sur le paramètre x yeux fermés et y yeux ouverts. L'ostéopathe a donc une influence en situation yeux ouverts et fermés pour le paramètre y-moyen et en situation yeux fermés pour le paramètre x-moyen. Le traitement ostéopathique du pied serait un apport complémentaire à l'utilisation thérapeutique de semelles, par son influence sur l'équilibre bipodal yeux fermés et sur la stabilité antéro-postérieure yeux ouverts. Le traitement podologique par semelles et le traitement ostéopathique du pied permettent d'avoir une influence sur les paramètres les plus importants qui analysent le fonctionnement du système postural fin [56].

7.4 L'ophtalmologiste et l'orthoptiste :

Les liens entre les capteurs oculaire et dentaire ne sont plus à prouver. Diverses études tentent d'apporter des preuves cliniques et anatomiques [20,131]. Les noyaux du V occupent une place très importante dans le tronc cérébral et établissent, par le faisceau longitudinal postérieur, des connexions avec ceux des muscles oculomoteurs. Toute atteinte oculo-motrice doit être examinée en collaboration avec un odontologiste occluso-compétent, au fait des pathologies posturales et de l'implication possible de l'équilibre occlusal. Les traitements dentaires (du chirurgien-dentiste ou de l'orthodontiste) perturbent parfois grandement les bilans d'oculomotricité et nécessitent une réhabilitation provisoire puis définitive. Ces réflexions sur les interrelations entre oculomotricité et occlusion dentaire illustrent en fait, les interrelations existantes entre toutes les entrées du système postural.

7.4.1 L'ophtalmologiste :

Le bilan de base ophtalmologique comprend :

- l'examen anatomique ;
- l'examen à la lampe à fente ;
- l'étude des réflexes pupillaires et cornéens ;
- la tonométrie et l'examen de l'angle irido-cornéen ;
- la recherche de troubles de la réfraction (myopie, hypermétropie, astigmatisme, spasme de l'accommodation, anisométrie) ;
- l'étude de la fixation à l'ophtalmoscope et du fond d'œil.

Le bilan sensoriel étudie :

- l'acuité visuelle : on note pour chaque œil, *l'acuité de loin et de près* avec et sans correction, en mono et binoculaire. On note aussi *l'acuité angulaire* (pouvoir séparateur) et *l'acuité morphoscopique* ;
- le champ visuel : il permet de situer un déficit sur la rétine ou les voies optiques, soit par la *confrontation* simple après correction des troubles de la réfraction, soit par *campimétrie* (analyse le champ visuel central) et *périmétrie* (dépiste scotome, déficit fasciculaire ou hémianopsique et rétrécissement) ;
- la sensibilité aux contrastes et la vision des couleurs ;
- le nystagmus opto-cinétique réflexe.

Le bilan paraclinique comporte :

- l'électro-physiologie oculaire : *l'électro-rétinogramme* (analyse les réponses des photorécepteurs, cellules bipolaires et cellules de Muller de la rétine aux stimulations

lumineuses brèves), *l'électro-oculographie* (étudie certains aspects de la fonction rétinienne), *l'E.O.M.G.* (étudie l'amplitude du mouvement oculaire, la vitesse de rotation et l'accélération du mouvement oculaire), *le S.L.O.* (étude de la fixation monoculaire et de la cyclotorsion) et *les potentiels évoqués visuels* (teste le pouvoir de discrimination, l'acuité visuelle, la réception et la transmission des stimuli) ;

- le scanner (étude des tissus durs : l'orbite osseuse et ses rapports avec le globe oculaire) et l'I.R.M. (étude des tissus mous : le cristallin, les canaux optiques et les muscles oculomoteurs).

7.4.2 L'orthoptiste :

Le bilan orthoptique permet d'évaluer la situation visuelle et de définir les objectifs à atteindre :

- sur le plan sensoriel : les méthodes diffèrent selon qu'il s'agit de solliciter les capacités de discrimination, lorsqu'il y a diminution de l'acuité visuelle ou qu'il s'agit de restaurer, de stimuler ou d'harmoniser les capacités accommodatives. Les méthodes diffèrent selon l'existence ou l'absence de relations fusionnelles.

Les méthodes visant à développer la qualité des capacités fusionnelles permettent d'améliorer l'acuité visuelle, la vision de près, la stéréoscopie, le contrôle du parallélisme et l'efficacité visuelle.

Les méthodes visant à développer l'aspect quantitatif des capacités fusionnelles permettent de constituer les réserves nécessaires aux changements de distance, au contrôle du parallélisme et à l'endurance.

Les méthodes visant à développer l'aspect campimétrique des capacités fusionnelles permettent de compenser une incomitance directionnelle et d'élargir l'espace visuel fonctionnel.

- sur le plan moteur : les méthodes visent à améliorer la dynamique oculaire en ce qui concerne la qualité du mouvement, la vitesse et le synchronisme du mouvement, l'aisance dans l'amplitude et l'endurance, la sélectivité du mouvement et la coordination avec la tête.

- sur le plan fonctionnel : les stratégies sont en relation avec les capacités sensorielles et motrices de l'individu : la lecture peut être binoculaire, bi-oculaire (strabisme alternant) ou monoculaire (strabisme fixé, amblyopie unilatérale ou monophtalmie). Les exercices (mots isolés, mots en escalier, en colonne, en pyramides...) sont adaptés à ses capacités et à ses exigences visuelles et permettent de renforcer la perception d'un œil par rapport à l'autre, en statique ou en dynamique. Des exercices de localisation visuelle assurent la précision de la fixation.

Le bilan orthoptique nécessite un interrogatoire portant sur les symptômes locaux, généraux et comportementaux, l'activité professionnelle et les loisirs.

Le bilan sensoriel est basé sur :

- l'évaluation quantitative des capacités fusionnelles : elle se mesure grâce à des *barres de prismes accolés*, de force croissante (le prisme est un dioptre qui dévie le rayon incident issu d'un objet fixé vers la base du prisme, de telle façon que l'image de cet objet soit déplacée vers le sommet du prisme). On mesure l'angle objectif de déviation formé par les deux axes visuels en plaçant le sommet d'un prisme dans le sens de la déviation de l'œil choisi.

- l'évaluation qualitative des capacités fusionnelles : Elle peut se faire au *synoptophore* (matériel d'étude de l'état sensoriel d'un déséquilibre oculomoteur) et permet d'analyser les trois degrés de la vision binoculaire par des tests de perception maculaire simultanée, des tests d'amplitude de fusion et des tests de vision stéréoscopique.

L'examen de la vision stéréoscopique se fait par le test de Wirt (chez l'adulte) ou de Lang (chez l'enfant). La vision binoculaire s'explore par le biais du test de Worth. L'étude au verre rouge objective la qualité de la fusion dans les phories, précise le sens de la diplopie et objective une diplopie masquée dans les strabismes (les barres de filtre de Bagolini ont le même rôle).

- l'évaluation campimétrique du champ de vision :

- l'étude de l'accommodation : l'accommodation est un réflexe oculaire déclenché par un flou de l'image dans une zone de 30° autour de la fovéola. Elle se mesure en dioptries et met en jeu les muscles ciliaires et le cristallin. Ce réflexe est induit par l'œil dominant en vision binoculaire, mais reste identique au niveau des deux yeux. L'amplitude d'accommodation détermine la valeur du *punctum proximum*.

Le bilan moteur renseigne sur les capacités du sujet à orienter son regard :

- la détermination de l'œil directeur, fixateur ou préférentiel : Un œil peut être fixateur de loin et l'autre de près; on détermine l'œil fixateur en vision de loin par le procédé du trou (une plaque de carton est percée d'un trou de 2 cm de diamètre et est tendu à bouts de bras. On demande au sujet de regarder à travers ce trou tout en rapprochant le carton de ses yeux. L'œil fixant est dit directeur). En vision de près, l'œil du photographe est dit fixateur moteur. Cet œil dominant détermine la direction prise par la tête dans un torticolis et le degré de déviation du strabisme.

- l'étude du parallélisme oculaire : la manœuvre de l'écran ou cover test permet l'analyse précise de la déviation des axes oculaires (elle donne le sens de déviation de l'œil fixateur, le type de strabisme et différencie phorie, tropie et paralysie). Elle peut se faire de deux manières : *en test non dissociatif ou coup d'écran* (pour éviter la dissociation, on pratique une occlusion unilatérale à l'écran opaque, puis une désocclusion en respectant une séquence de fixation binoculaire fusionnelle entre les deux. Si les deux yeux restent fixes, le

sujet est dit orthophorique. Tout mouvement de l'œil découvert évoque la présence d'une phorie. Quand un œil effectue un mouvement de fixation lors de l'occlusion de l'autre œil, il s'agit d'un strabisme. La manœuvre de l'écran analyse le caractère de la déviation : quand on cache l'œil fixateur, si l'œil reste fixe, c'est une amblyopie ou une parésie ; si l'œil bouge en sens inverse de la déviation, on mesure la direction et l'amplitude de déviation. Quand on découvre les deux yeux, si l'œil primitivement dévié bouge, c'est un strabisme unilatéral permanent; si l'œil continue de fixer, c'est un strabisme alternant. La deuxième méthode est le test dissociatif de l'écran alterné ou cover test alterné : il génère artificiellement la dissociation en ne respectant pas d'intervalle de fixation binoculaire. Cette technique permet de déceler les cas limites de phories susceptibles de se transformer en tropies à la décompensation.

- le bilan de la motilité : il comprend l'étude des mouvements volontaires et l'étude de la convergence. Les mouvements volontaires correspondent aux ductions (mouvements d'un seul œil étudiés pour la mise en évidence des impotences motrices) et aux versions (mouvements des yeux dans le même sens révélant des déviations concomitantes en cas de motilité équilibré, mais aussi parfois incommittantes si le patient présente une paralysie oculomotrice ou des limitations d'origine anatomique). Il faut savoir qu'une limitation musculaire entraîne une hyperaction des muscles antagoniste homolatéral et synergique controlatéral (sauf en cas de syndrome de rétraction ou de fracture du plancher de l'orbite avec inclusion musculaire). Le coordimètre de Lancaster révèle le déficit oculomoteur (ésophorie, exophorie, déviation verticale, cyclo-torsion, strabisme, paralysie oculo-motrice, fracture du plancher de l'orbite ou syndrome de rétraction) en l'absence d'un trouble de motilité. Il permet d'étudier un déséquilibre oculomoteur lorsque la correspondance rétinocorticale est normale. La convergence comprend la convergence automatique et la convergence fusionnelle ajustable. La convergence automatique est subdivisée en convergence accommodative et proximale ; elles sont mesurables et le rapport convergence accommodative sur accommodation (égal à 5 normalement) signe un excès de convergence s'il s'élève ou une insuffisance de convergence s'il diminue.

- le bilan de la motricité conjuguée : il couvre l'étude de la fixation dans les neuf directions de l'espace, l'étude des mouvements de poursuite haut-bas, droite-gauche et rotatoires, l'étude des saccades lors des mouvements haut-bas, droite-gauche et obliques, de loin et de près, l'étude des vergences (mouvements binoculaires disjoints). Sont considérés comme pathologiques chez l'adulte, l'absence de mouvement de poursuite, le retard ou l'arrêt du mouvement d'un œil ou des saccades successives, une divergence uni ou bilatérale. Chez l'enfant, on considère comme anormal, l'absence de mouvement, un retard ou un arrêt de la convergence, une divergence.

- l'étude des mouvements oculo-céphaliques : la coordination entre les mouvements de la tête et des yeux est étudiée lors de rotations cervicales en examinant les mouvements respectifs de la tête et des yeux (les yeux doivent entraîner la tête).

Le bilan fonctionnel fait le point sur l'efficacité visuelle du sujet et comporte :

- des tests de localisation visuelle ;

- l'exploration du champ visuel attentionnel ;
- l'étude mouvements sériels ;
- l'analyse de la coordination œil-main ;
- des tests d'endurance ;
- des tests de lecture comparée.

Le traitement du capteur oculaire est dominé par l'orthoptie, mais n'est bénéfique que si le patient tente quotidiennement de s'auto-corriger et si cette rééducation entre dans le cadre d'un traitement postural global.

7.5 Le psychiatre et le psychothérapeute :

Les psychologues doivent être formés et doivent intégrer le mode de fonctionnement du concept postural : les dysfonctionnements du capteur oculaire amènent des troubles anxieux, les vertigineux sont angoissés, les acouphènes entraînent une véritable dépression nerveuse et les troubles céphaliques provoquent le repli sur soi...

Dans le cadre des lombalgies, l'angoisse de la douleur justifie une prise en charge psychothérapeutique avec prescription a minima d'anxiolytiques couplés initialement aux antalgiques et aux décontracturants. Cette prise en charge amène une réduction significative des troubles anxieux. Le traitement postural complet sera pourtant seul responsable de la sédation des douleurs. Dans les cas plus graves d'hypocondrie, d'hystérie de conversion ou de dépression vraie, il faudra avoir recours aux psychotropes.

Dans le cas de pathologies de l'appareil dento-manducateur avec serremments de dents et autodestruction, le traitement relève de la psychothérapie et des psychotropes. En effet, on a vu les liens étroits établis entre le psychisme et les phénomènes de bruxisme. Le dentiste ne pourra donc pas suffire au traitement des troubles psychologiques révélés par la sphère orale.

Inversement, l'équipe posturale ne peut négliger la composante psychologique qui provoque, majeure ou entretient le dysfonctionnement postural et doit tenir compte des conséquences iatrogènes des thérapeutiques allopathiques à visée psychique administrés au patient. Dans tous les cas, la psychothérapie de soutien assurée par l'ensemble de l'équipe est essentielle. Les traitements psychiatriques doivent être de faible durée afin d'éviter toute dépendance, mais à doses efficaces d'emblée, en évitant ou en réduisant au maximum les tranquillisants.

7.6 L'O.R.L. :

L'O.R.L. a un rôle non négligeable, car sa profession couvre l'étude de deux capteurs :

- le capteur oculaire : *l'enregistrement des mouvements oculaires* se fait par photonystagmographie (la réflexion d'un rayon infrarouge projeté au niveau de l'œil permet la mesure des vitesses lors des saccades oculaires) et électronystagmographie (cette technique enregistre la variation du champ magnétique liée aux mouvements de l'œil, afin de détecter

des mouvements anormaux et d'en analyser la vitesse). *L'étude de la cinétique oculaire* consiste en l'analyse des saccades d'attraction visuelle, des mouvements de poursuite, du réflexe oculo-vestibulaire et du nystagmus optocinétique.

- le capteur vestibulaire : l'O.R.L. réalise une étude approfondie des vestibules, notamment en présence de sensations vertigineuses, vertiges et acouphènes par des *épreuves caloriques* (elles analysent chaque canal semi-circulaire l'un après l'autre) et des *épreuves cinétiques* (épreuve rotatoire et étude des nystagmus induits, stimulation pendulaire et étude des vitesses lentes des nystagmus, cupulométrie déterminant le seuil du nystagmus en fonction de la direction). Les explorations fonctionnelles ont fait d'importants progrès ces dix dernières années et ne se limitent plus à la seule étude du nystagmus spontané induit par les épreuves caloriques et rotatoires. Elles incluent des tests sophistiqués comprenant la vidéonystagmographie, les récents tests otolithiques et le test galvanique.

7.7 Le neurologue :

Il est un atout important dans l'examen des dysfonctionnements des différents capteurs :

- la peau et le pied : le neurologue est le seul praticien apte à réaliser *l'étude de la sensibilité*. Après recueil des troubles sensitifs subjectifs évoqués par le patient (douleur, paresthésies, cénestopathies et psychalgies), il recherche les éventuels troubles sensitifs objectif. Cette étude passe par *l'examen des modalités élémentaires de la sensation* (perception du tact, de la douleur et de la température), *l'examen des capacités de discrimination sensitive* (position des articulations et sensation de mouvement, sensation vibratoire ou pallesthésie, capacité à localiser avec précision une sensation ou topoesthésie, à évaluer un poids ou baresthésie et aussi, capacité de discrimination spatiale) et enfin, *l'examen des aspects élaborés de la perception sensitive* (stéréognosie ou faculté d'identification des objets par la palpation, graphesthésie ou capacité à identifier des lettres, des chiffres ou des figures géométriques tracés sur les téguments). Ces aspects élaborés de la perception sensitive sont le fait du système dit lemniscal.

- l'œil : la vision n'est permise qu'en cas d'*intégrité des voies nerveuses optiques* : rétine (renferme de l'extérieur vers l'intérieur les photorécepteurs, les neurones bipolaires ou protoneurones visuels et les neurones ganglionnaires ou deutoneurones visuels), nerf optique (réunion des axones des neurones ganglionnaires), chiasma optique (zone de décussation partielle des fibres optiques), bandelettes optiques (étendues du chiasma au corps genouillé externe), corps genouillé externe (il appartient au thalamus qu'il prolonge en arrière et en bas), radiations optiques (elles correspondent au troisième neurone des voies visuelles situé du corps genouillé externe au cortex occipital) et enfin, cortex visuel (à la face interne du lobe occipital). Le neurologue réalise *l'étude de l'acuité visuelle* œil par œil à l'aide d'échelles standardisées, *l'étude du champ visuel* à l'aide du périmètre de Goldmann, *l'examen ophtalmologique* et *l'étude des potentiels évoqués visuels*.

La *motilité oculaire* est permise par le jeu de quatre muscles droits, le muscle grand oblique et le muscle petit oblique. La paralysie d'un de ces muscles peut donner lieu à un strabisme apparent dans le regard direct ou visible lorsque le sujet tente de regarder dans la direction du muscle déficitaire. Elle peut aussi entraîner une diplopie horizontale ou verticale. Une attitude

vicieuse compensatrice de la tête peut être utile au diagnostic. Ces muscles sont innervés par les nerfs oculomoteurs commun III (sa paralysie entraîne un ptôsis, un strabisme externe, une impossibilité de mouvoir le globe en haut, en bas et en dedans, une mydriase aréactive), pathétique IV (sa paralysie provoque une diplopie maximum dans le regard tourné vers le bas et le côté sain) et trochléaire VI (sa paralysie est responsable d'un strabisme interne de l'œil malade qui ne peut dépasser la ligne médiane dans le regard latéral du côté atteint). Le neurologue vérifie également le *fonctionnement du mouvement conjugué des yeux* (mouvements oculaires lents et rapides, réflexes, automatiques, volontaires, mouvements de verticalité et mouvements disjonctifs).

- le vestibule : l'exploration vestibulaire consiste en une *électronystagmographie* (permet d'obtenir un tracé de nystagmus, qu'il soit spontané ou provoqué par stimulation instrumentale), une *épreuve calorique* (repose sur l'étude des effets des courants endolymphatiques provoqués par l'irrigation froide ou chaude du conduit auditif externe) et une *épreuve rotatoire* (permet d'apprécier la sensibilité des canaux semi-circulaires à la stimulation que constitue une accélération ou une décélération angulaire). Ces tests sont aussi souvent pratiqués par l'O.R.L.

- l'appareil manducateur : le neurologue explore les différents nerfs innervant la région dento-manducatrice. Le *nerf trijumeau V* assure l'innervation sensitive de la face et notamment des régions maxillaires et mandibulaires par les branches V2 et V3 (une lésion du trijumeau se traduit habituellement par des douleurs ou des paresthésies) et l'innervation motrice des muscles masticateurs (la paralysie des muscles masticateurs se manifeste par l'absence de contraction perceptible des muscles temporal et masséter, quand on sollicite une forte striction de la mâchoire). Le *nerf facial VII* couvre l'innervation motrice des muscles du territoire facial supérieur et du territoire facial inférieur (la paralysie faciale périphérique se caractérise par une paralysie de l'ensemble des muscles de la face avec parfois une hyperacousie, un tarissement des sécrétions salivaires, une hypoesthésie de la zone de Ramsay-Hunt et une agueusie des 2/3 antérieurs de la langue; la paralysie faciale centrale, elle, respecte le territoire facial supérieur). Le *nerf glosso-pharyngien IX* est responsable de l'innervation sensitive du conduit auditif externe, de l'amygdale, du voile, du pharynx, de la partie postérieure de la langue et de l'innervation gustative du tiers postérieur de la langue (sa lésion entraîne une agueusie du tiers postérieur de la langue, une hypoesthésie de l'amygdale, du voile, du pharynx, une gêne à la déglutition et l'abolition unilatérale du réflexe nauséeux). Le *nerf pneumogastrique X* participe à l'innervation sensitive du conduit auditif externe et du point de vue moteur et sensitif prend en charge la quasi-totalité du larynx (sa paralysie est responsable d'une paralysie d'un hémivoile avec voix sourde et nasonnée et déglutition perturbée, d'une paralysie unilatérale du larynx qui rend la voix bitonale ou d'une paralysie bilatérale responsable d'aphonie et de dyspnée. Le nerf grand hypoglosse XII est un nerf exclusivement moteur destiné aux muscles de la langue, ainsi qu'aux génio-hyoïdien et thyro-hyoïdien (une lésion du grand hypoglosse entraîne une paralysie de l'hémilangue ipsilatérale).

- la motilité : le neurologue commence l'analyse de la motilité par une *exploration musculaire* (force musculaire, volume du muscle, réponse à la percussion). Il explore ensuite les *réflexes tendineux* (les principaux sont le réflexe achilléen, rotulien, médio-pubien, bicipital, stylo-radial, tricipital, cubito-pronateur et massétérien). La percussion doit s'exercer exclusivement sur le tendon du muscle exploré et la réponse est jugée sur la contraction musculaire avec ou sans déplacement articulaire. Il explore aussi les *réflexes cutanés* (réflexes cutanés abdominaux, crémastérien, cutané plantaire, réflexes de défense, signe de Babinski,

réflexe palmo-mentonnier, préhension forcée, phénomène d'évitement). La suppression d'un réflexe cutané normal peut résulter de la rupture de l'arc réflexe ; les deux premiers sont un signe fidèle de lésion de la voie pyramidale en cas d'abolition. Il poursuit son étude par la recherche de signes pyramidaux, extrapyramidaux, cérébelleux, ataxiques mais aussi note les tremblements et myoclonies anormaux.

7.8 L'orthophoniste [41] :

L'orthophoniste est le professionnel de santé qui assume la responsabilité de la prévention, de l'évaluation, du traitement et de l'étude scientifique des déficiences et des troubles de la communication humaine et de leurs troubles associés.

Dans ce contexte, l'orthophonie concerne toutes les fonctions associées à la compréhension, à la réalisation et à l'expression du langage oral et écrit, ainsi que toutes les autres formes de la communication non verbale.

Les déficiences et les troubles concernent autant la parole et le langage, deux des aspects les plus complexes et les plus élaborés des fonctions cérébrales, que la voix, les fonctions auditives, visuelles, cognitives - incluant l'apprentissage de ces fonctions -, et les habiletés oro-myo-fonctionnelles.

Il s'agit, soit de troubles isolés, soit de troubles complexes dans l'imbrication de plusieurs troubles de la communication ou suite à des syndromes et des handicaps divers.

Les actes d'orthophonie ont pour objet de rétablir les capacités fonctionnelles de la communication, ainsi que de concourir à leur développement ou à leur maintien, et de prévenir toute altération ou d'y suppléer.

Dans ce but, l'orthophoniste choisit les actes et les techniques qui lui paraissent les plus appropriés à la pathologie et à l'individualité du patient.

A partir d'épreuves spécifiques et d'une observation clinique, l'orthophoniste réalise une évaluation, un diagnostic orthophonique de l'état de toutes les fonctions et de tous les aspects liés aux altérations et aux compétences de communication du patient, à tous les âges de la vie, en tenant compte de ses besoins et des caractéristiques de son environnement psycho-social, culturel et économique.

Ce qui nous intéresse avant tout au cours de pathologies posturales, c'est le diagnostic et le traitement des troubles oro-myo-fonctionnels. Ils incluent les troubles de la déglutition, de la mastication, de la phonation et de la ventilation. Dans la plupart des cas, le traitement est basé sur la rééducation du positionnement lingual, car son dysfonctionnement est susceptible d'induire une déglutition de type infantile, une mastication inefficace, un zozotement et une respiration buccale (par une position linguale haute obstruant les voies respiratoires). Contrairement aux apparences, toutes ces pathologies agissent sur la posture générale de l'enfant et de l'adulte et nécessitent un traitement sérieux au même plan que la correction des capteurs précités.

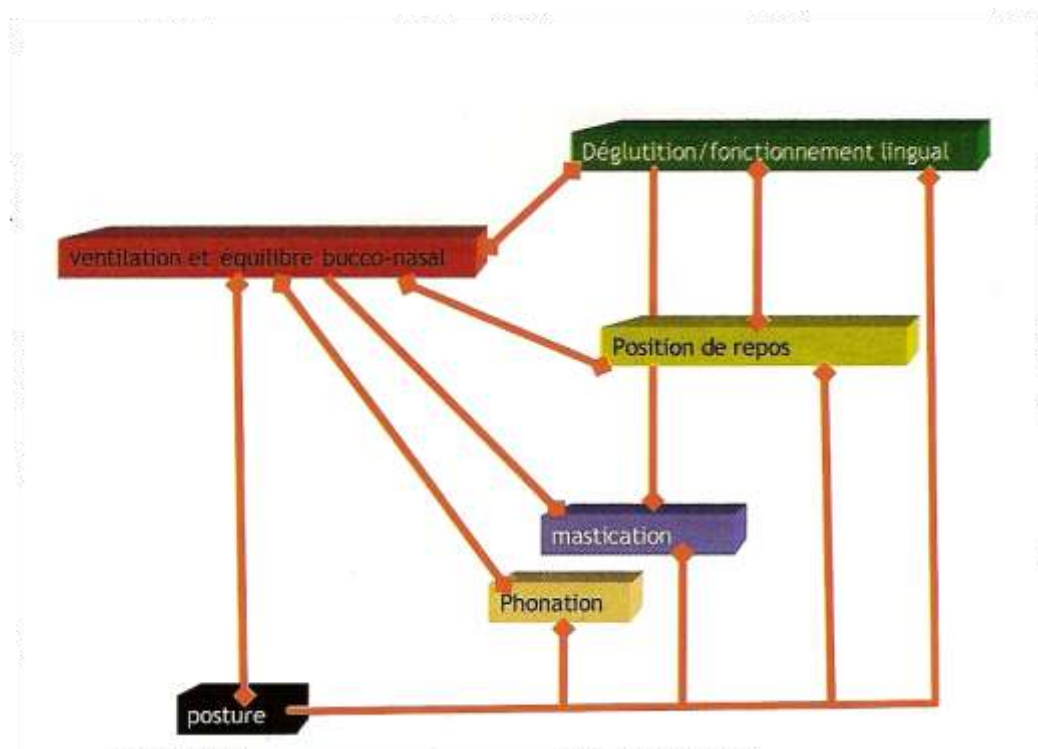


Figure 90 - Les liens entre la posture corporelle globale et la fonction manducatrice (d'après Clouteau 2007)

Ce sont le plus souvent les médecins de famille ou les médecins scolaires qui adressent l'enfant et ses parents à l'orthophoniste lors de troubles du langage ; les dysfonctions de la déglutition, de la mastication et de la ventilation sont dépistées plus tardivement (car moins visibles pour un non spécialiste) par le chirurgien-dentiste ou l'orthodontiste (cas le plus fréquent).

Attention, si le traitement de ces troubles fonctionnels est pratiqué par le kinésithérapeute et l'orthophoniste, il faut savoir qu'ils ne font pas double emploi : leur prise en charge thérapeutique est totalement différente et assurément complémentaire : par exemple, les troubles de la déglutition nécessitent de la part du kinésithérapeute un renforcement de la respiration diaphragmatique qui va faciliter l'apprentissage de la déglutition supra-glottique par l'orthophoniste. L'orthophoniste, elle, peut travailler le mouvement des cordes vocales, facilitant ainsi les exercices de souffle glotte ouverte proposés par le kinésithérapeute. Le plus souvent, les troubles associés à rééduquer orientent les choix de chaque intervenant par rapport à son domaine de compétence. Le kinésithérapeute va d'avantage travailler sur les praxies linguales, la musculature buccale, péri-buccale et pharyngée, la stimulation des réflexes, en complément des massages, étirements, drainages ou de la physiothérapie. L'orthophoniste utilise plus la voix et les sons pour stimuler les cordes vocales ou l'élévation du voile du palais dans les dysphagies d'origine neurologique.

CONCLUSION

L'approche posturale du patient va à l'encontre des concepts classiques et des traitements qui en découlent. Elle bouleverse nos habitudes. Elle nous force à reconsidérer les étiopathogénies de nombreux symptômes et nous incite à une démarche diagnostique et thérapeutique différente. Mais pour être efficace, il faut éviter les écueils :

- on ne doit jamais passer à côté d'une pathologie organique : la démarche princeps est de faire pratiquer les bilans traditionnels avant de s'orienter vers la piste posturale ;

- il faut cerner dès le début la personnalité du patient et ses éventuels troubles psychiques : le déficit du capteur dento-manducateur est rendu délicat à cause de l'interférence majeure avec les problèmes psychologiques ;

- il faut savoir rester critique face à la littérature : nous n'avons, par exemple, qu'évoqué le champ de la kinésiologie (fondé sur les tests de résistance musculaire de certains muscles spécifiques), car cette technique est jugée trop subjective ; Toubol (1996) estime que « sans dénigrer en aucune manière la pratique de ce type de test , tant que des démonstrations scientifiques sérieuses ne sont pas venues montrer très exactement comment cette réponse musculaire peut être évaluée, il est tout simplement dangereux d'en diffuser la pratique. La part subjective de l'opérateur cherchant des éléments de diagnostic dans ces tests ne peut être tenue pour négligeable et l'influence de son propre raisonnement sur sa propre perception complètement éliminée ».

- il faut absolument que nous soyons très pointilleux dans nos reconstitutions conservatrices ou prothétiques, car les réactions posturales sont d'autant plus importantes que les stimulations sont minimales. La dent, de par ses mécanorécepteurs, a la capacité de distinguer une surépaisseur de quelques dizaines de microns selon Gagey et Weber (1995). Landouzy (1993) parle lui de 5/100^{ème} de millimètre.

Mais surtout, il faut rester conscient que dans le domaine de la posturologie, beaucoup d'écrits ne sont que des hypothèses et que peu d'études ont été effectuées de façon rigoureuse. De ce fait, on ne peut aujourd'hui affirmer qu'il ya ait un lien direct entre l'occlusion et l'appareil manducateur. Tout au plus, on sait désormais que le stress joue un rôle sur l'appareil manducateur et qu'un trouble de l'occlusion s'ajoutant au facteur stress pourrait faciliter l'apparition de DAM.

D'autres études ont montrées l'intérêt de la posturologie pour les enfants atteints de dyslexie, dyscalculie ou dysorthographe. Malheureusement, nous ne possédons pas encore tous les éléments nous permettant de comprendre pourquoi on observe de tels phénomènes...

ANNEXES

Etat des recherches sur l'équilibration :

Une multitude d'associations se sont créées depuis le début des années 1980, en France mais aussi à l'étranger. Elles dispensent des cours et organisent des conférences parfois disponibles sur papier. En voici quelques unes, des plus connues et des plus influentes aux plus petites structures :

- l'Association Posture et Equilibre (APE) présidée par M. Lacour ;
- l'Association pour le Développement et l'Application de la Posturologie (ADAP) présidée par P-M Gagey ;
- l'Association ORION présidée par le docteur Marignan ;
- l'Association Posturologie Internationale présidée par PH. Villeneuve ;
- l'Association Française de Posturologie (AFP) ;
- l'Association Posturopodie Internationale (API) présidée par PH. Villeneuve ;
- le Collège International d'Etudes de la Statique (CIES) présidé par B. Bricot ;
- la société internationale d'étude de la posture et de la marche ;
- l'Association Nationale des Médecins Spécialistes de la Rééducation (ANSMR) ;
- l'Association Italienne de Posturologie Clinique (AIPC) présidée par A Marino ;
- l'Association Posturologie Orthopraxie (APRO) présidée par J.L. Safin ;
- l'Association de Posturologie Clinique de la Sarthe (APCS) ;
- l'Association de Posturologie Région Ouest ;
- l'Association Normande de Posturologie (ANP)...

TABLE DES ILLUSTRATIONS

<u>Figure 1- Distribution des arcs branchiaux chez l'embryon</u>	11
<u>Figure 2 - Evolution des cartilages branchiaux</u>	12
<u>Figure 3- Articulation temporo-mandibulaire de face : surfaces osseuses et cartilagineuses</u> ..	15
<u>Figure 4 - Articulation temporo-mandibulaire de profil : surfaces osseuses et cartilagineuses</u>	16
<u>Figure 5 - Déplacement discal à l'ouverture</u>	22
<u>Figure 6 - Relations des os du crâne et de la face</u>	24
<u>Figure 7 - Stade initial du développement des dents : la lame dentaire</u>	37
<u>Figure 8 - Stade en bourgeon et en cupule des dents déciduales</u>	38
<u>Figure 9 - stade en cloche des dents déciduales</u>	39
<u>Figure 10 - formation de la racine et de la pulpe des dents déciduales, éruption des dents déciduales</u>	40
<u>Figure 11 - localisation de l'espace piriforme</u>	44
<u>Figure 12 - attitude caractéristique en habitus asthénique</u>	47
<u>Figure 13 - mécanisme de la déglutition</u>	48
<u>Figure 14 - phase buccale, pharyngienne et oesophagienne</u>	50
<u>Figure 15 - schéma d'un cycle de mastication</u>	57
<u>Figure 16 - phases d'entrée et de sortie de cycle dentaire du côté droit</u>	57
<u>Figure 17 - Cycle de mastication de l'adulte sain en vue frontale et horizontale</u>	58
<u>Figure 18 - Cycle de mastication chez l'adulte sain en vue sagittale</u>	59
<u>Figure 19 - muscles faciaux et mimique</u>	64
<u>Figure 20 - les modalités du stress</u>	65
<u>Figure 21 - Evolution de la posture crânienne du singe à l'homme</u>	74
<u>Figure 22 - comparaison de la posture du grand singe et de l'homme</u>	74
<u>Figure 23 - débattement sagittal du membre supérieur du singe ,lié à la marche et espace de capture latéralisé de l'homme</u>	74
<u>Figure 24 - la main-pince du gibbon et la main d'opposition de l'homme</u>	75
<u>Figure 25 - angulation fémoro-jambière du singe et alignement du membre inférieur de l'homme</u>	75
<u>Figure 26 - Opposition de l'hallux chez le chimpanzé et parallélisme chez l'homme</u>	75
<u>Figure 27 -Phylogénèse de la mandibule du poisson aux premiers tétrapodes</u>	77
<u>Figure 28 - comparaison des A.T.M. entre reptiles, reptiles mammaliens et mammifères</u>	78
<u>Figure 29 - La colonne vertébrale</u>	79
<u>Figure 30 - grâce à la croissance différentielle, le crâne arrondi et court du nouveau-né se transforme pour devenir le crâne incliné de l'adulte</u>	80
<u>Figure 31 - Pendant la croissance de l'humain, les bras et les jambes croissent plus rapidement que la tête et le tronc</u>	80
<u>Figure 32 - Evolution du crâne humain, notamment des structures temporo-mandibulaires et dentaires entre 0 et 6 ans</u>	82
<u>Figure 33 - Points de contact des cuspidés porteuses mandibulaires dans les fosses maxillaires</u>	84
<u>Figure 34 - Points de contact des cuspidés porteuses maxillaires dans les fosses mandibulaires</u>	85
<u>Figure 35 - Les points supports d'occlusion</u>	86
<u>Figure 36 - Situation dans le plan frontal des points occlusaux</u>	87
<u>Figure 37 - Situation dans le plan sagittal des points occlusaux</u>	88
<u>Figure 38 - Les classes d'Angle</u>	89
<u>Figure 39 - Influence du facteur psychologique sur le bruxisme</u>	96

Figure 40 - les sites de palpation musculaire	108
Figure 41 - Territoires algiques associés aux muscles masticateurs	109
Figure 42 - Localisation des points trigger	110
Figure 43 - Rétropulsion mandibulaire forcée	111
Figure 44 - Schéma de rétropulsion mandibulaire forcée	112
Figure 45 - Latéralité gauche forcée.....	112
Figure 46 - Schéma d'une latéralité gauche forcée.....	113
Figure 47 - Structure et innervation d'un fuseau neuro-musculaire	116
Figure 48 - Schéma du réflexe myotatique	116
Figure 49 - Innervation fusimotrice et boucle gamma	117
Figure 50 - Les muscles posturaux du corps humain	119
Figure 51 - Description des chaînes musculaires de Struyf-Denis.....	121
Figure 52 - Les cadrans crâniens selon Busquet	123
Figure 53 - Situation d'équilibre en position bipodale et de déséquilibre en situation unipodale	126
Figure 54 - Exemple de statokinésigramme	128
Figure 55 - Les différents types de plates-formes mobiles	130
Figure 56 - Principe du stabilomètre plan cylindrique avec enregistrement de l'équilibre antéro-postérieur et de l'équilibre latéral	130
Figure 57 - Représentation schématique du locomètre (F1 est un fil attaché au niveau de l'interligne métatarsophalangienne du pied qui, après réflexion dans une poulie de petit diamètre (p) s'enroule dans une poulie de grand diamètre (P) solidaire de l'axe du réducteur de mouvement ; F2 est un fil qui maintient le contrepoids assurant la stabilité du système)	132
Figure 58 - Représentation des principaux paramètres de la marche sur les traces du déplacement des pieds en fonction du temps lors d'un parcours de 6 mètres	132
Figure 59 - Construction chez l'enfant des représentations internes qui servent de base aux processus de sélection et d'anticipation, essentiels pour élaborer une motricité finalisée et intégrée dans son environnement	134
Figure 60 - Schéma du développement des stratégies d'équilibre basées sur les deux principes fonctionnels (référentiel corporel stabilisé et mode de couplage des articulations du corps) et sur la maîtrise du réglage temporel entre posture et mouvement	138
Figure 61 - Deux stratégies de stabilisation de la tête: sur l'espace ou sur le tronc	139
Figure 62 - Tactique de la cheville et de la hanche	140
Figure 63 - L'équilibre et les deux tactiques de stabilisation	141
Figure 64 - le jeu des couples	141
Figure 65 - Principales stratégies posturales dans le plan sagittal	143
Figure 66 - L'équilibration: système multi-sensoriel complexe	148
Figure 67 - Plate forme pour l'examen de la verticale de Barré	152
Figure 68 - Examen de l'axe sagittal médian à travers la verticale de Barré	152
Figure 69 - Cascade élémentaire de déviations de l'harmonie pelvipédieuse	153
Figure 70 - Empreinte plantaire et ses repères	154
Figure 71 - Posture et pathologie posturale	166
Figure 72 - Enregistrements posturographiques d'une même patiente avant et après pose de gouttière à trois mois d'intervalle	172
Figure 73 - Voies trigéminales.....	173
Figure 74 - Modèle neuro-physiologique des troubles posturaux d'origine temporo-mandibulaire.....	180
Figure 75 -Voie trigémino-réticulo-motrice	181
Figure 76 - Voie trigémino-réticulo-oculomotrice.....	182
Figure 77 - Voies trigémino-réticulo-spino-motrices	183

<u>Figure 78 - Schéma général des interactions intervenant dans la pathologie de SCUD et du SPID.....</u>	188
<u>Figure 79 - Bulbe de l'oeil en coupe horizontale.....</u>	198
<u>Figure 80 - Organisation schématique de la rétine: trajet de l'influx sensoriel.....</u>	200
<u>Figure 81 - Insertion terminale des muscles du bulbe de l'oeil</u>	202
<u>Figure 82 - Mouvements du bulbe de l'œil : les muscles oculomoteurs.....</u>	202
<u>Figure 83 - Les aspects cliniques en rapport avec les différentes classes d'Angle</u>	208
<u>Figure 84 - Etude schématique des conséquences d'un déficit du capteur dento-manducateur (droit et gauche) : torsion hélicoïdale adaptative des ceintures scapulaire et pelvienne</u>	209
<u>Figure 85 – La pose d'un aimant, face nord, sur la peau au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire, du côté du membre supérieur " long " corrige instantanément les phénomènes adaptatifs repérables au niveau des ceintures</u>	210
<u>Figure 86 - Représentation schématique des conséquences d'un déficit isolé du capteur cutané. Bascule controlatérale adaptative des ceintures scapulaire et pelvienne donnant l'illusion d'une " jambe courte " et d'un membre supérieur controlatéral " long ".....</u>	216
<u>Figure 87 - Les extérocepteurs cutanés</u>	223
<u>Figure 88 -le labyrinthe osseux droit en vue latérale antérieure.....</u>	226
<u>Figure 89 - Systématisation des connexions du système vestibulaire.....</u>	229
<u>Figure 90 - Les liens entre la posture corporelle globale et la fonction manducatrice</u>	247

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ABJEAN J.

L'occlusion en pratique clinique.
Paris : Quintessence International, 2002.

2. ABJEAN J et KORBENDEAU J M.

L'occlusion : aspects cliniques, directives thérapeutiques.
Paris : Julien Prélat, 1977.

3. AMBLARD B.

Les descripteurs du contrôle postural.
In : PERENNOU D, LACOUR M, eds. Efficience et déficiences du contrôle postural.
Collection posture et équilibre.
Marseille : Solal, 2006:17-38.

4. AMIGUES J P.

L'A.T.M., une articulation entre l'ostéopathe et le dentiste.
Aix en Provence : De Verlaque, 1991.

5. AMIGUES J P.

Le système stomatognathique : concept odontologique, concept ostéopathique.
Montpellier: Sauramps Médical, 2003.

6. ANASTASSOV K, POPOV K et IVANOV I.

Etudes cliniques et morphologiques de l'articulation temporo-mandibulaire.
Rev odontostomatol 1977;VI (6):445-449.

7. ASH M M et RAMFJORD S P.

Manuel d'occlusion pratique.
Paris : Masson, 1984.

8. ASSOCIATION FRANCAISE DE POSTUROLOGIE.

Etudes statistiques des mesures faites sur l'homme normal à l'aide de la plate-forme de stabilométrie clinique normalisée. Paramètres spatiaux.
Agressologie 1986;27(1):69-72.

9. ALLAIRE T et TASSERY F.

Pied du sportif de haut niveau : pied surmené.
Kinesith Sci 2005;456:9-13.

10. ASSAIAnte C.

Stratégies d'équilibre : maturation et adaptation au cours de l'enfance.
In : LACOUR M, ed. Aspects développementaux, méthodologiques, perceptifs et cliniques.
Montpellier : Sauramps Médical, 1999:79-90.

11. ASSAIANTE C, MALLAU S, VIEL S et SCHMITZ C.

Approche fonctionnelle du développement postural chez l'enfant sain et pathologique.
In : PERENNOU D et LACOUR M, eds. Efficience et déficiences du contrôle postural.
Collection posture et équilibre
Marseille : Solal, 2006:123-136.

12. BARON J B, RAISON S, LEPOIVRE N et MUNIER R.

Troubles vertigineux d'origine dentaire.
Rev Oto-neuro-ophtal 1953;25:1-4.

13. BASSANI B.

Les sciatiques et la vertébrothérapie.
In : Cinquièmes journées d'acupuncture et de vertébrothérapie. Vichy.
Clermont-Ferrand : De Bussac, 1966.

14. BAYLE M, FAVROLE B et MOUTON L.

Les dysfonctions du complexe mandibulo-cranio-sacré.
Le Mans 1990.

15. BELL W.

Temporomandibular disorders 4th edition.
Chicago : Year book Medical Publisher. 1995.

16. BODERE C et FLEITER B.

Douleurs musculaires chroniques.
Réel Clin 2007;18(4):363-376.

17. BONNIER L. R.

Bio-mécanique générale et bonne intégration des traitements
Chir Dent Fr 1992;611:53-58.

18. BONNIER L.

Interaction occlusion et système postural.
Chir Dent Fr 1996;794:132-135.

19. BONNIER L.

La modification de l'occlusion a-t-elle une répercussion immédiate sur le système postural
fin ?
In : LACOUR M, GAGEY P M et WEBER B, eds. Posture et environnement.
Montpellier : Sauramps Médical, 1997.

20. BONNIER L R et MARUCCHI C.

Système tonique postural et occlusion dentaire – En quoi ophtalmologistes et chirurgiens-
dentistes sont-ils concernés ?
In : LACOUR M, ed. Aspects développementaux, méthodologiques, perceptifs et cliniques.
Montpellier : Sauramps Médical 1999:147-154.

21. BOURDIOL R. J.

Pied et statique.
Moulin-lès-metz : Maisonneuve, 1980.

22. BRACCO P., DEREGIBUS A., PISCETTA R., FERRARIO G.

Observations on the correlation between posture and jaw position: a pilot study.
J Craniomandibul Pract 1998;**16**(4):252-258.

23. BRICOT B.

La reprogrammation posturale globale.
Montpellier : Sauramps Médical, 1996.

24. BRICOT B et ROUSSEAU J P.

Si la posturologie m'était contée, 1ère partie.
Chir Dent Fr 2003; 1128:21-24 et 57-58.

25. BRICOT B et ROUSSEAU J P.

Si la posturologie m'était contée, 2ème partie.
Chir Dent Fr 2003; 1131/1132:40-50.

26. BRIL B.

Apprendre à marcher ou l'apprentissage d'un équilibre dynamique.
In : VILLENEUVE PH, ed. Pied, équilibre et posture.
Paris : Frison-Roche 1996:33-42.

27. BUSQUET L.

Les chaînes musculaires Tome 1 - Tronc, colonne cervicale et membres supérieurs. 5ème ed.
Paris : Frison-Roche, 2001.

28. BUSQUET L.

Les chaînes musculaires. Tome 2 - Lordoses, cyphoses, scolioses et déformations thoraciques.
4ème ed.
Paris : Frison-Roche, 2002.

29. BUSQUET L.

Les chaînes musculaires. Tome 5 - Traitement du crâne.
Pau : Busquet, 2004.

30. CAILLARD-KONIGSBERG E.

Théories et étiologies des anomalies dentomaxillaires
Encycl Med Chir (Paris), traité d'orthopédie dento-faciale, 23-470-A-10,1997,33.

31. CANIARD E.

Les recommandations de bonnes pratiques : un outil de dialogue, de responsabilité et de diffusion de l'innovation.
Rapport ministériel Avril 2002 : 5-8.
[Http://www.sante.gouv.fr](http://www.sante.gouv.fr)

32. CASTEYDE J P.

Etio-pathogénie et symptomatologie des syndromes dysfonctionnels de l'appareil manducateur.
Rev odontostomatol 1977;**VI**(6):477-486.

- 33. CATANZARITI J F, DEBUSE T et DUQUESNOY B.**
Chronic neck pain and masticatory dysfunction.
Joint Bone Spine 2005;72:515-519.
- 34. CESAR G M, DE PAIVA TOSATO J et AP BIASOTTO-GONZALEZ D.**
Correlation between occlusion and cervical posture in patients with bruxism.
Compendium 2006;27(8):463-6.
- 35. CHAPMAN R J, MANESS W L et OSORIO J.**
Occlusal contact variation with changes in head position.
Int J Prosthodont 1991;4(4):377-381.
- 36. CITTONE J M.**
Méthode Mézières.
Encycl Méd Chir (Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-085-A-10, 1999,7.
- 37. CLAUZADE M A.**
Orthoposturodentie.
Inf Dent 2000;28:2103-2108.
- 38. CLAUZADE M et CARDONNET M.**
L'occlusion au quotidien.
Quest Odontostomatol ;11:17-23.
- 39. CLAUZADE M A et DARRAILLANS B.**
Concept ostéopathique de l'occlusion.
Perpignan : SEOO, 1989.
- 40. CLAUZADE M A et DARRAILLANS B.**
L'homme, le crâne et les dents.
Perpignan : SEOO, 1992.
- 41. CLOUTEAU F.**
Zoom sur la rééducation en maxillo-faciale.
Bilan Diagn Kiné 2007;10:10-13.
- 42. CULIOLO A, ROCCHI G, KAITSAS V et coll.**
Etat de l'art : posture et occlusion.
Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol 2002;4:97-113.
- 43. DA CUNHA H M.**
Le syndrome de déficience posturale.
Agressologie 1987;28(9):941-943.
- 44. DEODATO F.**
Caso clinico di correlazione tra deglutizione atipica e convergenza oculare : approccio diagnostico e terapeutico.
Ortognatodonzia italiana 2002;10:295-300.

45. DUFOUR M et PILLU M.

Biomécanique fonctionnelle Membres-Tête-Tronc.
Paris : Masson, 2005.

46. DUPAS P H.

Diagnostic et traitement des dysfonctions craniomandibulaires. Nouvelle édition.
Paris : CDP, 2000.

47. DUPAS P H.

Nouvelle approche du dysfonctionnement cranio-mandibulaire : du diagnostic à la gouttière.
Guide clinique.
Paris : CDP, 2005.

48. DUPAS P H et DUPAS G.

Dents, dos, œil, vos problèmes.
Lille : Publi-Nord, 2005.

49. DUPAS P H et DUPAS G.

Occlusodontie et posture.
Cah Prothèse 2000;110:21-34.

50. DUPAS P H, GRAUX F et PICART B.

Mise au point posturale.
Stratégie Prothétique 2003;3(2): 155-159.

51. EL HADDIOUI, BRAVETTI P, GAUDY J.F.

Anatomical study of the arrangements and attachments of the human medial pterygoid muscle .
Surg Radio Anat 2007;29:115-124.

52. EMERY J L.

Surmontez vos peurs.
Paris : Odile Jacob, 2002.

53. ENJALBERT M, RABISCONG P, MICALLEF JP et PERUCHON E.

Sensibilité plantaire et équilibre.
In : VILLENEUVE PH, ed. Pied, équilibre et posture.
Paris : Frison-Roche 1996:43-60.

54. ERNST E.

Manipulation of the cervical spine: systematic review of cases of serious adverse events, 1995-2001.
Med J Aust 2002;176(8):376-80.

55. FAUGOUIN A.

Etude clinique et stabilométrique d'une modification de l'équilibre occlusal.
In : VILLENEUVE PH, ed. Pied, équilibre et rachis.
Paris : Frison-Roche 1998:231-24

56. FAUGOUIN A et PLAS J.

Influence du traitement ostéopathique du pied sur la posture.
In : VILLENEUVE PH, ed. Pied, équilibre et posture.
Paris : Frison-Roche 1996:189-194.

57. FEELY R A et LOUWETTE H O.

Clinique ostéopathique dans le champ crânien.
Paris : Frison-Roche, 2000.

58. FRERES M et MAIRLOT M B.

Maîtres et clés de la posture.
Paris : Frison-Roche, 1997.

59. FUJIMOTO M, HAYAKAWA I, HIRANO S et WATANABE I.

Changes in gait stability induced by alteration of mandibular position.
J Med Dent Sci 2001;48:131-136.

60. FUKUDA T.

The stepping test.
Acta Otolaryngol (Stockholm) 1959;50:95-108.

61. GAGEY P M.

L'examen clinique postural.
Agressologie 1980;21(E):125-141.

62. GAGEY P M.

Le système postural
Agressologie 1988;29(9):621-625.

63. GAGEY P M.

In defense of clinical stabilometry according to Fukuda's way of thinking.
Equil Res 1994;53:339-345.

64. GAGEY P M.

Introduction aux thérapeutiques posturales
In : VILLENEUVE PH, ed. Pied, équilibre et posture.
Paris : Frison-Roche 1996:153-158.

65. GAGEY PM, BARON J B et USHIO N.

Introduction à la posturologie Clinique.
Agressologie 1980;21(E):119-123.

66. GAGEY P M, BIZZO G, GENTAZ R, GUILLAUME P et MARUCCHI C.

Huit leçons de posturologie.
Paris : Association Française de Posturologie, 2005.

67. GAGEY P.M., BIZZO G., OUAKNINE M., WEBER B.

La tactique du pied.
In : WEBER B et VILLENEUVE PH, eds. Pied, équilibre et traitements posturaux.
Paris : Masson, 2003:16-22.

68. GAGEY P M, DUJOLS A et FOUCHE B.

Critique de la stabilométrie.

In : Association Nationale des médecins Spécialistes de Rééducation, ed. Les troubles de l'équilibre.

Paris : Frison-Roche, 1992:81-98.

69. GAGEY P M et GENTAZ R.

La posturologie du généraliste.

Aix en Provence : De Verlaque, 1989.

70. GAGEY P M, GENTAZ R et BODOT C.

Le bilan postural.

Agressologie 1987;**28**(9):925-929.

71. GAGEY P M et WEBER B.

Posturologie: régulation et dérèglements de la station debout, 2ème ed.

Paris : Masson, 1995.

72. GAUDY J F.

Anatomie clinique. Collection JPIO.

Paris : CDP, 2003.

73. GELB H, MEHTA N R et FORGIONE A G.

The relationship between jaw posture and muscular strength in sports dentistry: a reappraisal.

J Craniomandibul pract 1996;**14**(4):320-325.

74. GOLA R, CHOSSEGROS G et ORTHLIEB J D.

Syndrome algo-dysfonctionnel de l'appareil manducateur, 2ème ed.

Paris : Masson, 1995.

75. GOLDSTEIN G R et PRESTON J D.

Comment évaluer un article portant sur un traitement?

Cah Prothèse 2002;**117**:5-11.

76. GRIBENSKY A et CASTON J.

La posture et l'équilibration. Collection Que sais-je ?

Paris : Presses universitaires de France, 1973.

77. GROB K R, KUSTER M S, HIGGINS S A et coll.

Evaluation de la sensibilité proprioceptive, quel test adopter ?

Ann Kinésither 2003;**14-15**:13-14.

78. GROB R.

Anatomie et connexions neuro-anatomiques du système vestibulaire.

In : Association nationale des Médecins Spécialistes de rééducation, ed. Les troubles de l'équilibre.

Paris : Frison-Roche, 1992:5-10.

79. GUILLAUME P.

L'examen clinique postural.
Agressologie 1988, **29**(10):687-690.

80. GUILLEMOT D, CAPOROSSI R et GAGEY P M.

Stratégie de la cheville ou tactique du balai ?
In : LACOUR M, ed. Contrôle postural, pathologies et traitements, innovations et rééducation. Collection posture et équilibre.
Marseille : Solal, 2001:15-20.

81. HARTMANN F et CUCCHI G.

Les dysfonctions cranio-mandibulaires (SADAM) : nouvelles implications médicales.
Paris : Springer-Verlag, 1993.

82. HAUTE AUTORITE DE SANTE

Etude documentaire sur les professions d'ostéopathe et de chiropracteur en Europe: Belgique, Royaume Uni, Suède, Suisse, 2006.
<http://www.has.sante.fr>

83. HOSODA M, MASUDA T, ISOZAKI K et coll.

Effect of occlusion status on the time required for initiation of recovery in response to response to external disturbances in the standing position.
Clin Biomechanics 2007;2:369-373.

84. HOUDELETK J, DE MARE J.

Historique des manipulations.
In : HERISSON C et VAUTRAVERS P, eds. Les manipulations vertébrales.
Paris : Masson, 1994.

85. HUE O.

Manuel d'occlusodontie.
Paris : Masson, 1992.

86. HUGGARE J et RAUSTIA A.

Head posture and cervicovertebral and craniofacial morphology in patients with craniomandibular dysfunction.
J Craniomandibul Pract 1992;**10**(3):173-180.

87. JAÏS L.

Dysfonction cranio-mandibulo-rachidienne et Spine Craniomandibular Ubiquitary Dystonic Dyslateralisation Disorder (SCUDd).
In : GAGEY P M et WEBER B, eds. Entrées du système postural fin.
Paris :Masson, 1995:88-116.

88. JAÏS L.

Approche clinique et thérapeutique du rôle de la langue dans certaines asymétries posturales.
In : LACOUR M, GAGEY P M et WEBER B, eds. Posture et environnement.
Montpellier : Sauramps Médical, 1997.

89. JAÏS L et GRELET F.

Influence de la position de la langue sur la posture : étude stabilométrique statique.
In : LACOUR M, ed. Contrôle postural, pathologies et traitements, innovations et rééducation. Collection posture et équilibre.
Marseille : Solal, 2001:63-72.

90. JAÏS L et WEBER B.

La position de la langue modifie-t-elle certains critères stabilométriques ?
In : LACOUR M, ed. Aspects développementaux, méthodologiques, perceptifs et cliniques.
Montpellier : Sauramps Médical, 1999:155-164.

91. JOLY P.

De l'occlusion à la posture.
Chir Dent Fr 1998;904:27-32.

92. KAMINA P.

Précis d'anatomie clinique. Tome II.
Paris : Maloine, 2002.

93. LAMENDIN H.

Odontologie et kinésithérapie.
Clinic 2004; **25**(10):639-641.

94. LAMY J.C.

Bases neurophysiologiques de la proprioception.
Kinesither Sci 2006;472:15-23.

95. LANDOUZY J M.

Mal de dos, mal de dents.
Paris : Quintessence International, 2005.

96. LANDOUZY J M.

Les A.T.M., évaluation, traitements odontologiques et ostéopathiques.
Aix en Provence : De Verlaque, 1993.

97. LANGLADE M et POULET H.

La cervicométrie au service de l'analyse posturale du patient dysfonctionnel.
Chir Dent Fr 1991;589:39-46.

98. LAVIGNE G, DAO T et GOULET J P.

Questionnement sur le rôle des activités oro-faciales dans la douleur temporo-mandibulaire.
Réal Clin 2004;**15**(2):119-132.

99. LE GALL M G et LAURET J F.

Occlusion et fonction : une approche clinique rationnelle. Collection JPIO.
Paris : CDP, 2002.

100 .LEGENDRE-BATIER S.

La verticale de Barré déviée isolément en L3 manifeste un problème podal.

In : ROUGIER P et LACOUR M, eds. De Marey à nos jours : un siècle de recherche sur la posture et le mouvement. Collection posture et équilibre.

Marseille : Solal, 2006:265-268.

101. LE NORMAND G et PERCEVAULT S.

Semelle orthopédique proprioceptive.

Encycl Med Chir (Paris), Podologie 27-130-A-25 et Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation 26-161-A-14, 2001, 3.

102. LEVY C et MEYER B.

Pathologies temporo-mandibulaires.

Paris S.I.D., 1998.

103. LIBIN B M.

The cranial mechanism :its relationship to cranial-mandibular function.

J Prosthetic Dent 1987;**58**(5):632-638.

104. MAGOUN H J, SUTHERLAND W G et LOUWETTE H O.

Ostéopathie dans le champ crânien.

Vannes: Sully, 2000.

105. MAKOFSKY H W.

The influence of forward head posture on dental occlusion.

J Craniomandibul Pract 2000;**18**(1):30-39.

106. MAKOFSKY H W, SEXTON T R, DIAMOND D Z et SEXTON M T.

The effect of head posture on muscle contact position using the T-scan system of occlusal analysis.

J Craniomandibul Pract.1991;**9**(4):316-321.

107. MALLAU S, VIEL S, VAUGOYEAU M et coll.

Intégration sensorielle et contrôle postural au cours de l'ontogenèse.

In : PERENNOU D et LACOUR M, eds Efficience et déficiences du contrôle postural.

Collection posture et équilibre.

Marseille : Solal 2006:153-168.

108. MARGUELLES-BONNET R, CARPENTIER P, YUNG J P et MEUNISSIER M.

Quelques idées reçues concernant l'occlusion et le SADAM.

Réal Clin 1990;**1**(3):269-277.

109. MARIEB E N.

Anatomie et physiologie humaines, adaptation de la 6ème édition américaine.

Paris : Pearson Education France, 2005.

110. MARINO A, BRESSAN P et VILLENEUVE Ph.

Des réflexes à point de départ labial ou lingual font-ils partie des réflexes posturaux ?

In : VILLENEUVE PH, ed. Pied, équilibre et rachis.

Paris : Frison-Roche 1998:223-230.

111. MEERSSMAN G M.

Evaluation de la relation entre occlusion et posture.
Le dentiste moderne 1988;6:5-9.

112. MEYER J et BARON J B.

Variation de l'activité tonique posturale orthostatique au cours d'une anesthésie régionale du trijumeau.
Agressologie 1973;14:37-43.

113. MEYER J et BARON J B.

Participation des afférences trigéminales à la régulation tonique posturale. Aspects statiques et dynamiques.
Agressologie 1976;17:33-40.

114. MEYER J

Participation des afférences trigéminales dans la régulation tonique postural orthostatique.
Intérêt de l'examen systématique du système manducateur chez les sportifs de haut niveau.
Thèse Université R. Descartes. Paris, 1977

115. MICHELOTTI A., BUONOCORE G., PELLEGRINO G et coll.

Postural stability and unitateral posterior crossbite : Is there a relationship ?
Neurisci Lett 2006;392:140-144.

116. MILANI R S, DEVILLE DE PERRIERE D, LAPEYRE L et POURREYRON L.

Relationship between dental occlusion and posture.
J Craniomandibul Pract 2000;18(2):127-134.

117. MILANI R S , DEVILLE DE PERRIERE D et MICALLEF J P.

Relationship between dental occlusion and visual focusing.
J Craniomandibul Pract 2000;16(2):109-118.

118. MILLET C, MARTIN C et MALQUARTI G.

Occlusion dentaire et équilibre postural.
Chir Dent Fr 2005;1224:37-41.

119. MOHL N D.

Posture de la tête et fonction mandibulaire : trajet habituel de fermeture et schéma occlusal.
Odontol Quintessence Clin Int 1984;3:71-77.

120. MOTOYOSHI M, SHIMAZAKI T, SUGAI T et NAMURA S.

Biomechanical influences of head posture on occlusion: an experimental study using finite element analysis.
Eur J of Orthod 2002;24:319-326.

121. NAHMANI L, AMIEL M, CASTEYDE J P. et coll.

Kinésiologie ; Théorie et pratique .Tome 1.
Paris : Comedent, 1990.

122. NAHMANI L, SERVIERE F et DUBOIS J M.

Kinésiologie de l'articulation temporo-mandibulaire : un nouveau test musculaire pour contrôler la normalité de l'occlusion.
Cah Prothèse 1984;48:139-148.

123. NASHNER L M et Mc COLLUM G.

The organisation of human postural movements : a formal basis and experimental synthesis.
Behav Brain Sci 1985;8:135-72.

124. NOBILI A et ADVERSI R.

Relationship between posture and occlusion: a clinical and experimental investigation.
J Craniomandibul Pract 1996;14(4):274-285.

125. ORTHLIEB J D, BROCARD D, SCHITTLY J et MANIERE-EZVAN A.

Occlusodontie pratique. Collection JPIO
Paris : CDP, 2000.

126. PERDRIX G et DURAND B M.

Eléments de physiologie de l'appareil manducateur. Tome VI.
Rev odontostomatol 1977;6:451-458.

127. PERDRIX G et LAMENDIN H.

Posture et occlusion dentomaxillaire chez le sportif.
Clinic 2003;24(9):573-575.

128. PEREZ P, PRADIER Ph, DAURES J-P et BOUGES S.

Dépistage des précontraintes posturales sur les A.T.M. : axiogrammes posturaux (étude sur 100 A.T.M.).
In : LACOUR M, GAGEY P M et WEBER B, eds. Posture et environnement.
Montpellier : Sauramps Médical, 1997.

129. PEREZ P.

Troubles posturaux d'origine temporo-mandibulaire : voies réflexes nociceptives et hypothèses explicatives.
In : ROUGIER P et LACOUR M, eds. De Marey à nos jours : un siècle de recherche sur la posture et le mouvement. Collection posture et équilibre.
Marseille : Solal, 2006:239-254.

130. PERINETTI G.

Dental occlusion and body posture : No detectable correlation.
Gait and Posture 2006;24:165-168.

131. PERRAUD M, VILLECHEVROLLE O, VIENNE J Y et coll.

Influence de la modification de l'occlusion sur la posture et l'oculomotricité.
In : GAGEY P M et WEBER B, eds. Entrées du système postural fin.
Paris : Masson 1995:81-87.

132. PETROVIC A.

Le muscle ptérygoïdien externe et la croissance du condyle mandibulaire. Recherches expérimentales chez le jeune rat.
Orthod. Franç. 1972;43:271-283.

133. PIRET S et BEZIER S M.M

La coordination motrice.
Paris : Masson, 1971

134. POSSELT U.

Physiologie de l'occlusion et réhabilitation.
Paris : Julien Prêlat, 1969.

135. REGISTRE DES OSTEOPATHES DE FRANCE

Analyse critique des risques attribués aux manipulations du rachis cervical et recommandations de bonne pratique.
Conseil pluridisciplinaire pour l'encadrement du risque lié à l'exercice de l'ostéopathie, 2005.
<http://www.osteopathie.org/securite-patient/conseil-pluridisciplinaire.pdf>

136. RICARD F.

Lésions ostéopathiques de l'articulation temporo-mandibulaire.
Paris : Atman, 1986.

137. ROUSIE-BAUDRY D, VAN TICHELEN P et DONAZZAN M.

SADAM et rachis.
Actual Odontostomatol 1993;184:605-619.

138. ROZENCWEIG D.

Traitement de l'hyperfonction musculaire dans le syndrome algo-dysfonctionnel de l'appareil manducateur. Tome VI.
Rev odontostomatol 1977;6:515-518.

139. ROZENCWEIG D.

Algies et Dysfonctionnements de l'Appareil Manducateur : propositions diagnostiques et thérapeutiques.
Paris: CDP, 1994.

140. RUFO M et SCHILTE C.

Elever bébé.
Paris : Hachette Livre, 2005.

141. ROUSIE-BAUDRY D, BAUDRILLARD J C, VAN TICHELEN P et FOUCART H.

Syndrome cranio-mandibulaire et asymétrie cranio-faciale.
Actual Odontostomatol 1994;186.

142. SANS AUTEUR.

Loi 2002-303 relative aux droits des malades et à la qualité du système de santé.
JORF du 4 Mars 2002, page 4118.
<http://www.legifrance.gouv.fr>

143. SANS AUTEUR.

Décret 2007-435 relatif aux actes et aux conditions d'exercice de l'ostéopathie.

JORF n°73 du 27 Mars 2007, page 5662.

<http://www.legifrance.gouv.fr>

144. SANS AUTEUR.

Décret 2007-437 relatif à la formation des ostéopathes et à l'agrément des établissements de formation.

JORF n°73 du 27 Mars 2007, page 5665.

<http://www.legifrance.gouv.fr>

145. SANS AUTEUR.

Arrêté du 25 Mars 2007 relatif à la formation en ostéopathie, à la commission d'agrément des établissements et aux mesures dérogatoires.

JORF n°73 du 27 Mars 2007, page 5687.

<http://www.legifrance.gouv.fr>

146. SCHEIBEL A et WEBER B.

L'intégralité de la procédure de Meerssman est-elle nécessaire à l'examen clinique de l'articulation temporo-mandibulaire ?

In : LACOUR M, ed. Nouveautés 2001, conceptuelles instrumentales et cliniques. Collection posture et équilibre.

Marseille : Solal, 2001:107-112.

147. SERVIERE F.

L'examen postural en occlusodontie quotidienne.

Cah Prothèse 1989;65:36-42.

148. SERVIERE F.

Examen clinique en pratique occluso-posturologique.

In : WEBER B et VILLENEUVE PH, eds. Pied, équilibre et traitements posturaux.

Paris : Masson 2003:140-145.

149. SHIMAZAKI T, MOTOYOSHI M, HOSOI K et NAMURA S.

The effect of occlusal alteration and masticatory imbalance on the cervical spine.

Eur J Orthod 2003;2:457-463.

150. SILBERNAGL S et DESPOPOULOS A.

Atlas de poche de physiologie, 2ème ed.

Paris : Médecine-Sciences Flammarion, 1999.

151. SMITH S D.

The need for dental and osteopathic cooperation.

Lett JAOA 1979;79:138-139.

152. SOLOW B et SONNESEN L.

Head posture and malocclusion.

Eur J Orthod 1998;20:685-693.

153. SOUTHARD T E, SOUTHARD KA et TOLLEY E A.

Variation of approximal tooth contact tightness with postural change.
J Dent Res 1990;**69**(11):1776-1779.

154. STILL A T.

Autobiographie. Traduction Tricot P.
Vannes : Sully, 1998.

155. STILL A T.

La philosophie et les principes mécaniques de l'ostéopathie. Traduction Corriot P.
Paris: Frison-Roche, 2001.

156. STILL A T.

Osteopathy : research and practice.
Kirksville: Still, 1910.

157. STIWELL F S.

Dent Cos 1927;**69**:154-162.

158. STOPPARD M.

Les premières années de la vie.
Genève : Minerva, 1999.

159. STRUYF-DENYS G.

Les chaines musculaires et articulaires. 3ème ed.
Bruxelles : ICTGDS, 1987.

160. SUTHERLAND W G.

Enseignements dans la science de l'ostéopathie.
Lasne : Sutherland Cranial Teaching Foundation, 1990.

161. THOUMIE P.

Posture, équilibre et chutes. Bases théoriques de la prise en charge en rééducation.
Encycl Méd Chir (Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-452-A-10
1999,**11**.

162. TOUBOL J P.

L'occlusodontie au quotidien.
Paris : Masson, 1996.

163. TRAVELL J G et SIMONS D G.

Myofascial Pain and Dysfunction – The Trigger Point Manual.
Baltimore : Williams & Wilkins, 1983.

164. UNTERBERGER S.

Neue objective registrierbare Vestibularis Drehereacktion, erhalten durch Treten auf der Stelle. Der 'Tretversuch'.
Arch. Klin. Exp. Ohr-Nas-Kehlkopf 1938;**145**: 478-485.

165. VALENTINO B, MELITO F, ALDI B et VALENTINO T.

Correlation between interdental occlusal plane and plantar arches. An EMG study.
Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol 2002;44:10-13.

166. VAN TICHELEN P.

Algies secondaires aux désordres posturaux.

In : Association des Médecins Spécialistes en Rééducation, eds. Les troubles de l'équilibre.
Paris : Frison-Roche, 1992:99-122.

167. VAN TICHELEN P et ROUSIE-BAUDRY D.

Cervicalgies secondaires aux désordres posturaux.

Rev Méd Orthop 1995;42:11-7.

168. VIEL S, VAUGOYEAU M et ASSAIANTE C.

Evaluation du contrôle postural au cours des oscillations lentes du support chez des adolescents de 14-15 ans.

In : PERENNOU D et LACOUR M, eds. Efficience et déficiences du contrôle postural.
Collection posture et équilibre.
Marseille : Solal 2006:137-152.

169. VIENNOT S, RIFFAT A, MILLET C et coll.

Influence d'une occlusion équilibrée sur la performance sportive.

Stratégie prothétique 2005;5(3):225-229.

170. VILLENEUVE Ph.

Le pied humain organe de la posture orthostatique.

Kinesither Sci 1990;294:47-51.

171. VILLENEUVE Ph.

Les traitements posturopodiques.

In : VILLENEUVE PH, ed. Pied, équilibre et posture.

Paris : Frison-Roche, 1996:175-188.

172. WEBER B, GAGEY P M, NOTO R.

La répétition de l'épreuve modifie-t-elle l'exécution du test de Fukuda?

Agressologie 1984;25:1311-1314.

173. WEBER B.

Dans l'intitulé système postural fin, l'adjectif fin est-il bien adapté ?

In : LACOUR M, ed. Nouveautés 2001, conceptuelles instrumentales et cliniques. Collection posture et équilibre.

Marseille : Solal, 2001:71-82.

174. WEBER B.

Stratégie et tactiques du système postural fin.

In : GAGEY P M et WEBER B, eds. Entrées du système postural fin.

Paris : Masson, 1995:139-146.

175. WILLEM G.

Manuel de posturologie, 2ème ed.
Paris : Frison-Roche, 2004.

176. ZAVARELLA P, ASMONE C, ZANARDI M.

Asimmetrie occluso-posturali vol 1.
Roma : Marrapese, 2002.

CRESTE (Aurélia). – Posture et appareil manducateur. – 249 f. ; 90 ill. ; tabl. ; 176 ref. ; 30 cm.
(Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2008)

RESUME

Les patients consultant pour des troubles de l'articulation temporo-mandibulaire se plaignent souvent de douleurs multiples en différents endroits du corps. Malheureusement, nos soins s'avèrent parfois insuffisants pour les soulager. D'autre part, ces plaintes sont souvent les mêmes quelle que soit la profession de santé rencontrée. Un grand nombre d'auteurs d'horizons différents se sont donc penchés sur le sujet pour tenter de comprendre les liens unissant, d'une part, l'occlusion et l'articulation temporo-mandibulaire ; d'autre part, les postures globales, cervicales et mandibulaires. Beaucoup d'études ont été réalisées mais peu suivent des critères scientifiques permettant de valider les hypothèses thérapeutiques proposées ; Il convient alors d'étudier le sujet avec un esprit ouvert mais restant toujours critique.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Occlusion dentaire

DOMAINE BIBLIODENT : Occlusodontie

MOTS CLES MESH

Occlusion dentaire – Articulation temporomaxillaire – Posture – Pratique professionnelle groupe.
Dental occlusion – Temporomandibular joint – Posture – Group practice.

MOTS CLES BIBLIODENT

Occlusion – articulation temporo-mandibulaire – posture – Traitement pluridisciplinaire.

JURY

Président : Professeur JEAN A.
Directeur : Professeur HOORNAERT A.
Assesseur : Docteur BODIC F.
Assesseur : Monsieur JALLAIS T.

ADRESSE DE L'AUTEUR

23 rue Jean de la Bruyère – 44300 Nantes
abdelli-creste@hotmail.fr