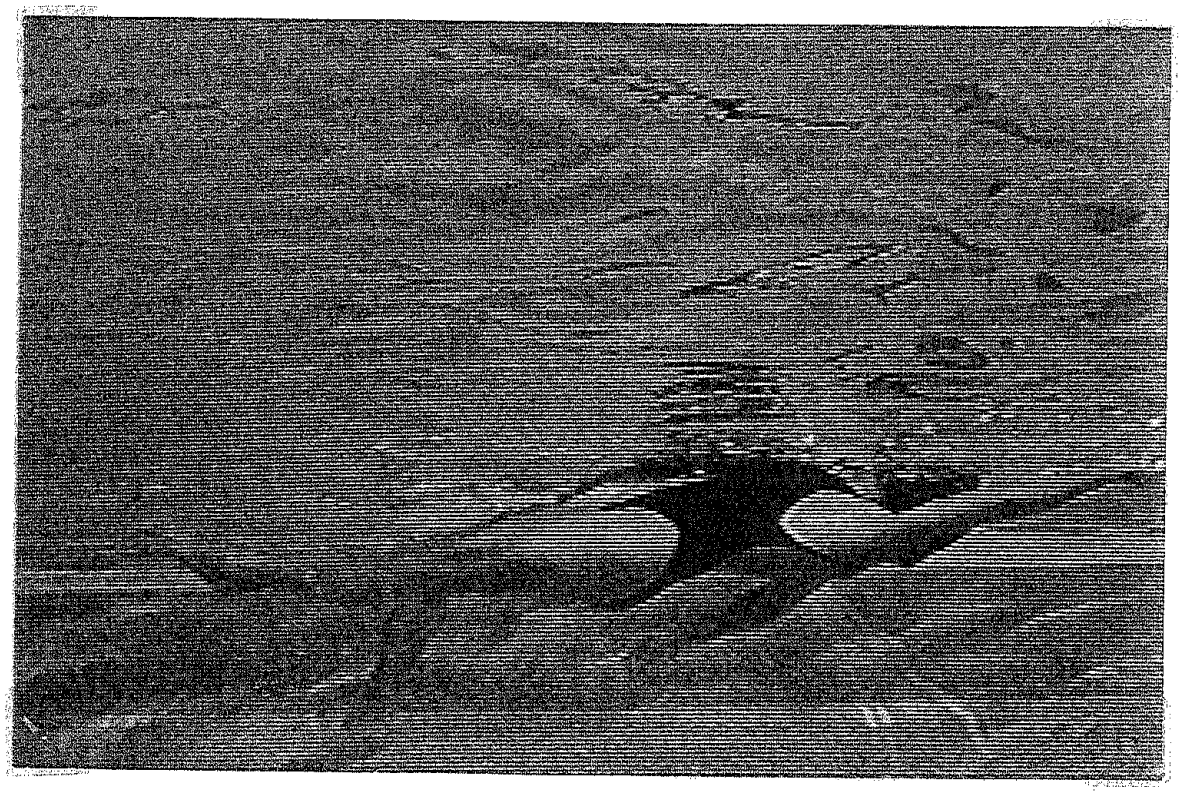
MINISTERE DE LA SANTE
REGION LORRAINE
ECOLE DE KINESITHERAPIE DE NANCY

DOS CRAWLE ET RACHIS LOMBAIRE

peut-on conseiller cette nage à un rachis
lombaire en dysfonctionnement ?



Rapport de travail écrit personnel
présenté par Melle Fabienne CHUNIAUD
étudiante en 3ème année de kinésithérapie
en vue de l'obtention du diplôme d'état
de masseur-kinésithérapeute
1993-1994

SOMMAIRE

RESUME

1 INTRODUCTION

2 LES PROPRIETES PHYSIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DE L'EAU
2.1 : les propriétés physiques de l'eau
2.1.1 : l'équilibre statique dans l'eau = LA FLOTTAISON dépend :
2.1.1.1 : des lois de l'hydrostatique
2.1.1.2 : du théorème d'Archimède
2.1.2 : l'équilibre dynamique = FONCTION DE REEQUILIBRE ACTIF dépend :
2.1.2.1 : de la respiration
2.1.2.2 : de la prise d'information (visuelle indirecte en dos)
2.1.2.3 : des résistances à l'avancement (RA) opposées au mouvement
2.1.2.4 : des résistances propulsives (RP) dans le sens du déplacement
2.2 : les effets physiologiques de l'eau
2.2.1 : sur l'activité cardiaque
2.2.2 : sur l'appareil respiratoire
2.2.3 : sur la régulation thermique
2.2.4 : sur l'adaptation ostéo-articulaire dans l'eau
2.2.5 : sur l'action de détente et de rééducation du schéma corporel

3 BIOMECANIQUE DU RACHIS LOMBAIRE
3.1 : le rachis en général
3.2 : le rachis lombaire (RL)
3.3 : jonction du RL au rachis dorsal et à la ceinture pelvienne
3.3.1 : jonction dorso-lombaire (annexe V)
3.3.2 : jonction lombo-sacrée (annexe VI)
3.3.3 : articulations sacro-iliaques (annexe VI)

4 BIOMECANIQUE DE LA PATHOLOGIE LOMBAIRE MINEURE
4.1 : détérioration structurale discale (DSD) d'origine traumatique
4.2 : DSD et contraites des articulaires postérieures par une surcharge mécanique localisée
4.3 : la réponse musculaire à la douleur lombaire

5 TECHNIQUE DU DOS CRAWLE EN THEORIE
5.1 : la technique (tableau I)
5.2 : contre-indications de la natation en piscine

6 OBSERVATIONS VIDEO ET ANALYSE DU DOS CRAWLE (DC) NAGE EN REALITE PAR LA PLUPART DES GENS
6.1 : méthode et technique utilisées pour l'analyse du mouvement
6.2 : observations et analyses du mouvement (tableau II)
6.3 : constats et répercussions du DC : réalité sur le rachis dorso-lombaire et lombaire en particulier
6.3.1 : tête et colonne cervicale
6.3.2 : défauts de la ceinture scapulaire (CS)
6.3.3 : défauts de la ceinture pelvienne (CP)
6.3.4 : notion de point fixe rachidien apparent par rapport aux éléments propulsifs
6.4 : conclusion

7 DISCUSSION :
« pourquoi et comment préconiser le DC dans les lombalgies communes ? »

8 CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

Le corps médical recommande fréquemment à sa clientèle lombalgique, la natation sur le dos et surtout le dos crawlé. Sur quoi est fondé cette réponse stéréotypée ? D'autant plus que chez les nageurs professionnels, c'est cette spécialité qui donne le plus souvent de micro-traumatismes dorsaux-lombaires (indifféremmment D12-L3 et L5-S1).

C'est pourquoi, il nous a semblé intéressant d'étudier la technique du dos crawlé (DC) , le comportement du rachis lombaire sain, par extension pathologique, ainsi que l'adéquation qu'il peut exister ou pas entre eux.

1 INTRODUCTION

Le sport est un "phénomène de société" amplifié par les médias. La natation sur le dos, bénéficie d'une certaine "aura" et est trop souvent considéré comme "la panacée" dans le traitement des troubles de la statique vertébrale, restreint ici aux lombalgies communes (7) .

L'étude des effets physiques et physiologiques de l'eau et de la technique du dos crawlé (DC) , vont nous permettre de comprendre les bienfaits attribués à cette nage. Puis nous confronterons le DC théorique à la façon dont la plupart des gens sains et à fortiori lombalgiques le nagent.

De cette relation théorie-réalité, nous émettrons des hypothèses et des réserves sur la facilité apparente de cette nage et, nous verrons les répercussions possibles qu'elle peut avoir sur le rachis lombaire. Enfin, nous proposerons une conduite à "tenir" , afin que la pratique de ce sport corresponde aux vertus qu'on lui attribue sans véritable preuve.

2 LES PROPRIETES PHYSIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DE L'EAU

L'eau n'étant pas le milieu de vie naturel de l'homme, pour y résider, notre organisme doit s'adapter en modifiant ses fonctions physiologiques.

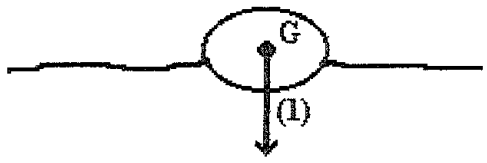
2.1 : les propriétés physiques de l'eau (3)

2.1.1 : l'équilibre statique dans l'eau = LA FLOTTAISON, dépend :

2.1.1.1 : des lois de l'hydrostatique (1) .

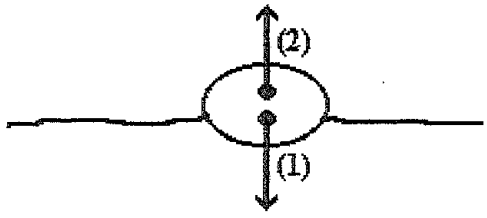
"En tout point d'un solide immergé s'exerce une pression perpendiculaire à la surface".

Elles agissent sur le thorax, l'abdomen et la circulation périphérique (4).



2.1.1.2 : du théorème d'Archimède (2) .

"Tout corps immergé dans un fluide en équilibre est soumis à une poussée verticale (de bas en haut) partant de G (centre de gravité du fluide déplacé) est égale au poids du fluide déplacé".



CETTE PROPRIETE VA PERMETTRE AU RACHIS DE SE LIBERER DE LA CONTRAINTE DE PESANTEUR.

L'équilibre aquatique correspond à l'état de repos du corps.

Conclusion : l'équilibre de nage impose l'horizontalité du corps. La flottaison correspond pour l'homme à une position verticale statique, l'équilibre aquatique à une position horizontale statique où les segments corporels sont alignés et, l'équilibration aquatique à un état horizontal et dynamique (d'où un éternel équilibre) .

2.1.2 : l'équilibration dynamique = FONCTION DE REEQUILIBRAGE ACTIF dépend :

2.1.2.1 : de la respiration,

2.1.2.2 : de la prise d'information (visuel indirect en dos) ,

2.1.2.3 : des résistances à l'avancement (RA) opposées au mouvement d'après :

$$\boxed{R = K \times S \times V^2}$$

- V → vitesse m / s
- S → surface m^2
- K → coefficient de forme et viscosité

Pour pouvoir se déplacer, le nageur doit diminuer ses forces et pour augmenter la vitesse, il doit jouer sur K et S.

Les RA sont composées de traînées :

- de forme,
- de vagues,
- de frottements,
- aérodynamiques négligeables.

2.1.2.4 : des résistances propulsives (RP) dans le sens du déplacement.

Elles permettent au corps de se déplacer. Elles n'existent que s'il y a un déplacement relatif des segments propulsifs plus rapides que l'avancée du corps en perpétuel déplacement.

Les RP créées par les appuis actifs sont décomposées en traînées (action de déplacement du corps) actives et en portances (action d'équilibre du corps) actives.

Conclusion : donc, la propulsion aquatique permet le déplacement du corps. Elle dépend aussi de l'écoulement laminaire de l'eau.

2.2 : les effets physiologiques de l'eau (4)

2.2.1 : sur l'activité cardiaque.

D'après des études faites par certains dont PAULEV, il en résulte que l'exercice de la natation tend à développer le cœur dans le sens de l'ENDURANCE.

2.2.2 : sur l'appareil respiratoire.

L'immersion entraîne une diminution de la capacité vitale au repos de 5 à 8% liée à la pression hydrostatique sur le thorax et sur l'abdomen, gênant la libre expansion des côtes et augmentant le travail du diaphragme et des muscles respirateurs.

La natation permet de développer en particulier, le diaphragme et le transverse.

Dans la nage ventrale surtout, l'inspiration est brève alors que l'expiration est prolongée et volontaire, aboutissant à une expiration forcée et tout ceci en synchronisation avec les mouvements. En dos crawlé le rythme respiratoire reste important pour une bonne coordination des mouvements et de l'endurance.

Donc, la natation permet de développer les muscles expiratoires :

- intercostaux,
- abdominaux,
- long dorsal,
- petit dentelé.

Ils jouent un rôle dans la contention du rachis.

Elle favorise la ventilation alvéolaire.

2.2.3 : sur la régulation thermique.

L'eau est un conducteur et comme la température de l'eau de la piscine est inférieure à la température corporelle (37°) , il y a une lutte contre le refroidissement qui fait intervenir :

- le panicule adipeux,
- les phénomènes vasomoteurs dans les territoires cardio-vasculaires et musculaires.

Pour diminuer la conductibilité thermique, il y a une production de chaleur due à l'exercice musculaire.

2.2.4 : sur l'adaptation ostéoarticulaire dans l'eau.

La poussée d'Archimède permet :

- la mise en décharge des vertèbres,

- une meilleure mobilisation par diminution des forces de coaptation des facettes articulaires,

- une facilité à se mouvoir dans l'eau où le corps est en apesanteur, ceci offrant un net avantage sur les exercices pratiqués au sol.

2.2.5 : sur l'action de détente et de rééducation du schéma corporel.

Nous pensons souvent que la pression hydrostatique sur la peau et la résistance opposée au mouvement sur les ligaments, les tendons, puissent arriver à une meilleure perception des limites du corps et des mouvements. Or, en réalité, les expériences de KOROBSON et F. M. TALYSKEV, mettent en évidence le rôle de mise au repos des muscles antigravitaires par la poussée d'Archimède sur la coordination des mouvements. Donc, la précision du mouvement décroît en immersion dans ses paramètres spatiaux et temporels et la force varie peu.

C'est une charge musculaire croissante qui conduit à plus de précision dans le mouvement.

3 BIOMECANIQUE DU RACHIS LOMBAIRE ET DE SES JONCTIONS SOUMIS AUX CONTRAINTES DE PESANTEUR

3.1 : le rachis en général (8).

C'est l'axe du corps, permettant la station debout.

Pour permettre déplacements et mouvements inhérents à notre bon fonctionnement, ce pilier doit allier :

* 1 SOUPLESSE, grâce aux disques intervertébraux et aux systèmes ligamentaires et musculaires.

* 2 RIGIDITE, par sa structure haubanée (annexe I) .

* 3 RESISTANCE A LA PRESSION AXIALE, grâce aux courbures (annexe II)

respectant la loi : $\boxed{R = N\,2 + 1}$

↳ nombre de courbures

L'axe est maintenu en équilibre par un état de tension permanent et harmonieux des ligaments et des muscles. Pendant la marche, les ceintures scapulaires et pelviennes pivotent librement autour de cet axe.

3.2 : <u>rachis lombaire (RL)</u> (9).

Il a deux caractères :

* 1 un caractère PIVOT, situé entre bassin, thorax et caisson abdominal,

* 2 un caractère CHARNIERE, situé entre colonne dorsale et les membres inférieurs, par l'intermédiaire du sacrum et des hanches.

Le RL concave en arrière (annexe III) est relativement souple. C'est une zone de DEPLOIEMENT INSTABLE devant remplir deux rôles : STABILITE - MOBILITE et dépendant d'un système mécanique (le rythme lombo-pelvien) et d'un système musculaire de la région lombo-abdominale (annexe IV) (8) .

<u>Conclusion</u> : le moindre problème de l'un des deux systèmes entraîne un déséquilibre de l'ensemble.

3.3 <u>jonctions du RL au rachis dorsal et à la ceinture pelvienne</u>

3.3.1 : jonction dorso-lombaire (annexe V) (1) .

3.3.2 : jonction lombo-sacrée (annexe VI) (1) .

3.3.3 : articulations sacro-iliaques (annexe VI) (1) .

4 <u>BIOMECANIQUE DE LA PATHOLOGIE LOMBAIRE MINEURE</u> (10)

De nombreux facteurs interviennent dans le déclenchement et l'entretien des lombalgies communes (LC) . Dans 95 % des cas, il s'agit d'une détérioration structurale discale d'origine dégénérative traumatique ou, à cause de surcharges mécaniques localisées, perturbant le rôle physiologique du disque qui est stabilisateur vertébral et amortisseur de charges et de chocs par son noyau entouré d'un anneau lamelleux. Une lombalgie peut également traduire une souffrance des articulaires postérieures ou ligamentaires. Les LC sont bénignes, souvent

chroniques avec des douleurs mécaniques (accentuées par l'effort et l'activité, calmées par le repos) .

4.1 détérioration structurale discale (DSD) d'origine traumatique.

La résistance mécanique de l'anneau fibreux est dépassée lors du port d'une lourde charge alors, il y a une rupture de ses fibres en arrière où le noyau pulpeux peut faire hernie et comprime le ligament vertébral commun postérieur sans atteindre le nerf rachidien :

c'est le **lumbago.**

4.2 DSD et contraintes des articulaires postérieures par une surcharge mécanique localisée.

Un tissu fibreux est fait pour travailler en traction, pas en compression, c'est pourquoi : la DSD est inéluctable dans la concavité d'une attitude scoliotique ou d'une scoliose pour aboutir à une hémi-discorthrose voire une discorthrose complète.

L'hyper lordose angulaire L5-S1, ou à grand rayon, avec un éventuel renversement de la taille en arrière, engendre une surcharge du plan postérieur et des articulaires postérieures ainsi que dans les anomalies transitionnelles.

Des DSD étagées sont la conséquence de surcharges localisées résultant de certaines attitudes de travail trop prolongées et de traumatismes ou microtraumatismes répétés (dans les travaux de force et sportifs de haut niveau) .

Une lombalgie peut traduire une hernie discale postérieure comprimant à différent degré une ou deux racines nerveuses.

Le syndrome des facettes articulaires est évoqué sur le siège latéral de la lombalgie et sur la douleur provoquée à la pression du doigt sur la zone paravertébrale correspondante.

Il existe des douleurs lombaires liées à des tiraillements ligamentaires en raison de contraintes mécaniques en parallèle avec la DSD.

En conclusion, toutes surcharges mécaniques localisées et prolongées vont fendiller le disque qui va diminuer jusqu'à s'effondrer. Les pressions n'étant plus réparties, les plateaux des corps vertébraux réagissent par la sclérose et la survenue d'ostéophytes, tiraillant

fortement les insertions ligamentaires. Les articulaires postérieures sont aussi le siège d'arthrose douloureuse (la capsule est richement innervée) ,pouvant devenir exubérante et rétrécissant le canal médullaire où une racine nerveuse peut être comprimée et responsable d'un syndrome téno-myalgique.

4.3 la réponse musculaire à la douleur lombaire.

Toute migration puis blocage d'un fragment de nucleus dans la fente radiée de l'anneau, déclenche par voie réflexe une contracture des petits muscles transversaires épineux, puis des spinaux, accentuant le blocage et empêchant le fragment de nucleus déplacé, de revenir au centre du disque : ce sont des **contractures de défense** en réaction à la douleur lombaire.

5 TECHNIQUE DU DOS CRAWLE EN THEORIE (3) , (4) .

5.1 la technique (tableau I) .

C' est une nage ALTERNATIVE, SYMETRIQUE, REGULIERE sur le dos où le corps est quasi à l'horizontal (sans pesanteur) sur l'eau et en complète extension. C'est un mouvement de roulis des épaules devant être laxes, coordonné à des battements de jambes synchronisés à une respiration aérienne.

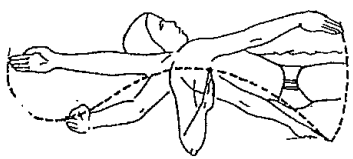
5.2 contre-indications de la natation en piscine :

* 1 les pathologies inflammatoires en phase aiguë,
* 2 les problèmes de la sphère en O.R.L. ,
* 3 les maladies infectieuses et dermatologiques,
* 4 l'incontinence non rééduquée,
* 5 les phobiques de l'eau.

N.B. Pour les experts en DC, se référer à la technique du dos crawlé du livre de Didier CHOLLET § 8 "Approche scientifique de la natation sportive" édité chez VIGOT.

Tableau I :

TECHNIQUE DU DOS CRAWLE

ttitude générale du corps. Horizontalité.	Examen du port de tête et des cervicales.	Examen de la CS dans les 5 phases de nage(4) + coordination des bras.	Examen du rachis dans les 3 plans (PF, PS, PH) et dans les 5 phases de nage(4).	Examen du bassin dans les 3 plans (PF, PH, PS).	Examen des hanches, des genoux et des chevilles au cours du battement(3).	Coordination générale de la nage. (3)
si horizontalité du corps. ps peu incliné par rapport surface de l'eau.	- tête dans l'alignement du tronc - stabilité dans les 3 plans + position et indépendance de la tête déterminant l'équilibre de nage.	**1ère phase** Appui du bras gauche (G) - bras + coude tendu entre dans l'eau dans le prolongement de l'axe des épaules, - main entre dans l'eau par le 5ème doigt, - épaule rétropulsée, basculée en arrière, - fin de la poussée du bras droit (= 4ème phase) par fouetté du poignet ; vers le fond.	**1ère phase** - hyperextension du rachis, - légère convexité G, - petite lordose dans PS,	- bassin fixé dans le prolongement du tronc, - ne pas s'asseoir - bassin fixé par battements des jambes, mouvements obliques en sens inverse du roulis des épaules pour compenser les déséquilibres potentiels.	· fouetté alternatif dans le plan vertical et oblique, · les 2 phases du battement : - 1ère phase : ascendente propulsive - 2ème phase : descendante (relachement) **- 1ère phase ascendante :** départ : flexion légère hanche →approche du genou à la surface uis : flexion jambe (< 90°) chevilles relachées **- 2ème phase descendante :** descente en extension du membre inférieur, d'abord hanche puis jambe - battements puissants pour contrebalancer les appuis latéraux du bras dans le plan horizontal d'où besoin d'un bon sanglage abdominal **- synchronisation :** 6 battements pour un cycle de bras **Conclusion :** Les battements entraînent équilibre et stabilité du corps + facteur propulsif accessoire.	- pas de "trous moteurs" (pour jambes et bras) - coordination bras : en opposition parfaite - 6 battements pour 1 cycle de bras **- inspiration :** fin de l'action motrice du bras → début de son retour tous les 2 cycles de bras **- expiration :** par bouche et nez temps laissé libre par inspiration - stabilité de la tête + battements alternatifs des jambes déterminant l'équilibre horizontal.
Conclusion : Trajet en forme de "S" dans le plan latéral selon le principe de BERNOUILLI = **trajet des surfaces propulsives.** (3) 		**2ème phase** Début de traction du bras G - épaule plus enfoncée, - orientation de la main perpendiculairement à l'axe d'avancement, - mouvement bas et dehors, - bras D le long du corps (5ème phase). **3ème phase** Poussée du bras G - flexion profonde et graduelle du coude, - bras G se rapproche de l'axe médian, - trajet avant-haut-dehors. **4ème phase** Fin de poussée du bras G - suite aérien du bras D, - extension bras G / avant-bras jusqu'au fouetté de poignet orienté vers le fond. **5ème phase** Appui du bras D - bras D le long du corps, - épaule, bras + coude tendus s'enfoncent etc... (=1ère phase).	**2ème phase** - pas de rotation axiale + pas de déviation sagittale grâce aux battements de jambes alternatifs en sens inverse du roulis des épaules, - ondulation du rachis, - concavité G du rachis dorsal haut. **3ème phase** - ondulation descendue au rachis dorsal bas, très peu cyphosé. **4ème phase** - ondulation atteint rachis lombaire. **5ème phase** - hyperextension du rachis, - convexité à large rayon de courbure de tout le rachis.	**Conclusion :** La bonne position du bassin dépend d'un battement alternatif et efficace.		

6 OBSERVATIONS VIDEO ET ANALYSE DU DOS CRAWLE NAGE EN REALITE PAR LA PLUPART DES GENS

6.1 méthode et technique utilisées pour l'analyse du mouvement.

Nous avons évalué la technique par procédé vidéo dont les intérêts sont de mettre en mémoire et d'être rétroactif. Le film a été réalisé **sous l'eau**, par un plongeur équipé d'une caméra subaquatique et, **sur l'eau** avec une caméra super 8.

L'étude porte sur deux groupes d'hommes et de femmes sains de 22 à 45 ans, n'ayant pas peur de l'eau :

1er groupe : groupe amateur de l'école de natation adulte du CPO de Vittel.

2ème groupe : formé de gens ordinaires dont **seul 1 sur7 a appris à nager le DC avec un maître nageur.** Ces gens là prennent la natation comme loisir (une fois de temps à autre) .

Les deux groupes ont nagé en fin de journée dans une eau à 28° sur 30 mètres environ, les uns après les autres : le crawl, le DC, la brasse, le dos à deux bras, le dos brassé, le dos aménagé (d'une planche, de flotteurs, d'un pull boy...) .

6.2 observations et analyses du mouvement.

Après avoir visionné de nombreuses fois tous les nageurs, nous avons sélectionné 3 cas **résumant l'ensemble des défauts de l'observation vidéo,** afin de voir leur répercussion sur le rachis lombaire en particulier.

Premier cas :

- femme de 22 ans, 52 Kg, étudiante en kinésithérapie,
- n'a jamais appris à nager avec quelqu'un,
- R.A.S. excepté une hyperlordose lombaire parfois douloureuse et réductible,
- à la flexion antérieure du tronc, il y a une zone de raideur entre L1 et L5 et un maximum de mobilité au niveau L5 - S1 d'abord, puis D12 - L1,
- une hypotonie abdominale,
- faible musculature en général.

Deuxième cas :

- femme de 28 ans, 62 Kg, kinésithérapeute depuis 2 ans,

- n'a pas appris à nager avec un M.N.S. ou autre,

- niveau rachidien :

- inversion de courbure dorsale, petite cyphose dorso-lombaire, plus une basse hyperlordose irréductible et souvent douloureuse,

- genu varum.

Troisième cas :

- femme de 22 ans, 62 Kg, étudiante en kinésithérapie, ancienne sportive (danse et tennis) ,

- région dorso-lombaire (DL) douloureuse :

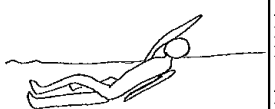
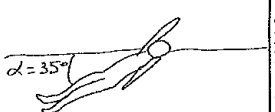
A la suite d'un bilan dynamique et statique de son rachis sujet debout, nous pouvons voir qu'elle s'articule autour de la charnière DL, avec une zone d'hypertrophie des spinaux dorsaux et une hypotonie abdominale à partir de la projection antérieure de la région DL. A ce niveau, doit exister une surcharge des articulaires et des contraintes capsulo-ligamentaires.

- petite lordose inconstante plus tendance à la cyphose debout et assise ainsi qu'à l'enroulement des épaules,

- genu valgum plus rotation externe de hanche permanente.

Tableau II

OBSERVATIONS ET ANALYSE DU MOUVEMENT

	Attitude générale Horizontalité.	Examen du port de tête et des cervicales.	Examen de la ceinture scapulaire dans les 5 phases de nage + coordination du mouvement des bras.	Examen du rachis dans les 3 plans et les 5 phases de nage.	Examen du bassin dans les 3 plans.	Examen des hanches, des genoux pendant le battement.	Coordination générale de nage.
1er Cas nnexe VIII)	 **Horizontalité.**	**- stabilité dans le plan :** - sagittal (PS), - frontal (PF), - horizontal (PH). **- respiration anarchique.** **- inspiration par bouche.**	**1ére phase :** - rétropulsion de l'épaule G., - roulis épaule trop près de l'axe médiant. **2ème phase :** - bras tendu quasi vertical, - traction en bas et avant. **3ème phase :** - coude tendu, - retour aérien. **4ème phase :** - bras D. en 2ème et 3ème phase entraîne une inclinaison de la CS à D. **5ème phase :** - bras D. en 4ème puis 5ème phase.	**1ère phase :** - hyperlordose lombaire, - convexité G., - inclinaison D. du tronc. **2ème phase :** - hyperlordose, - rotation dorsolombaire + contre-rotation lombaire basse. **3ème phase :** - inclinaison G. du tronc entraîne grande concavité G. **4ème phase :** - rotation D. du tronc. **5ème phase :** - dos équilibré en tous plans.	**Plan sagittal :** - variation antéversion selon la phase, - cisaillements sacro-iliaques. **Plan frontal :** - bascules latérales du bassin. **Plan horizontal :** - rotation D. et G. (exemple : rotation G. en phase 1 bras G.	départ mouvement = genoux, peu de flexion des hanches (20°), battements obliques vers extérieur, flexion genou 90° + rotation genou, battements trops rapides, peu toniques, pas de coordination bras / jambes.	**LA MAUVAISE COORDINATION GENERALE DE NAGE ENTRAINE SOUVENT DES ROTATIONS DORSO-LOMBAIRES ET DES CONTRE-ROTATIONS LOMBAIRES ET/OU DU BASSIN.**
2ème Cas nnexe IX)	 - corps cassé, - 2 angles, - enfoncement du bassin, - flexion compensatrice.	**- plan sagittal :** Flexion haute. Extension basse. **- plan frontal :** R.A.S.	**1ère phase :** - rétropulsion de l'épaule G., - entrée brusque main à plat entraîne la torsion du tronc à G. **2ème et 3ème phase :** - bras trop vertical, - traction du coude vers le bas. **4ème phase :** - fin de poussée vers l'intérieur, engagement du bras D. **5ème phase :** - bras D. vertical (retour aérien). **N.B. :** Puissance bras D. > puissance bras G.	 **1ère phase :** - hyperextension du rachis, - hyperlordose lombaire basse, - grande convexité G. **2ème, 3ème et 4ème phase :** - hyperlodose lombaire basse permanente, - rotation dorsolombaire en 2ème phase, - rotation lombaire en 3ème phase, - rotation G. > rotation D. **5ème phase :** - légère concavité D.	**Plan sagittal :** - antéversion permanente. **Plan frontal :** - R.A.S. **Plan horizontal :** - bassin non fixé, - rotation G. >= rotation D.	bassin non fixé, départ mouvement : le genou, flexion genou >= 90°, battements trop rapides, peu efficaces, les battements contrebalancent parfois : roulis des épaules, médiocre coordination bras / jambes.	
3ème Cas nnexe IX)	 **Obliquité :** - petit enfoncement du bassin, - petite flexion de tête.	**- stabilité dans le plan :** Horizontal. Frontal. **- légère flexion dans le plan :** Sagittal.	**1ère phase :** - manque engagement épaule G., - roulis trop près de l'axe médian, - entrée du coude avant la main. **2ème phase :** - flexion du coude, - trajet haut vers bas et de dehors en dedans. **3ème phase :** - traction vers le bas, - épaule raide, pas dégagée pendant la propulsion, - poussée inefficace, incomplète, - entrée bras D. dans l'eau. **4ème phase :** - suite de la 3ème phase, - bras D., début 2ème phase, s'enfonce plus que le bras G. **5ème phase :** - retour aérien bras G., - 3ème phase du bras D. **Conclusion :** Vitesse bras G. > vitesse bras D. entraîne mauvaise coordination des bras. De dessus : roulis = moulinet.	**1ère phase :** - hyperextension du rachis entraîne lordose lombaire, - légère convexité G. **2ème, 3ème, 4ème et 5ème phase :** - lordose permanente, - le rachis paraît fixé malgré le tangage D., G. du tronc. - petites rotations dorsolombaires vite compensées par le roulis des épaules + les battements de jambes.	**Plan sagittal :** - antéversion permanente, - cisaillements sacro-iliaques. **Plan frontal et plan horizontal :** - mouvements difficilements visibles, car rapides compensations. - bascule G. du bassin > bascule D. du ba	battements = pédalages, départ mouvement : genou, flexion du genou >= 90°, flexion du genou G. > flexion genou D., coordination bras / jambes anarchique, les battements de jambes tentent de ompenser la raideur des articulations :apulo-humérales.	

6.3 <u>constats et répercussions du DC réalisé sur le rachis dorso-lombaire et lombaire en particulier</u>

6.3.1 tête et colonne cervicale.

Tête assez stable dans les 3 plans, ne pose pas ici de gros problèmes dans l'équilibre horizontal du corps.

N.B. La respiration n'est pas en synchronisation avec les mouvements et posera à la longue un problème d'essoufflement, de rapide fatigabilité.

Une mauvaise respiration en DC, contribue à une mauvaise coordination générale de nage.

6.3.2 défauts de ceinture scapulaire (CS) .

Trois erreurs évidentes portent préjudice au rachis :

* **1** un mauvais roulis des épaules et une asymétrie de celui-ci,

* **2** une mauvaise entrée de la main dans l'eau,

* **3** une mauvaise orientation du trajet propulsif dans les 2, 3 et 4èmes phases de nage.

1, 2 et 3 peuvent engendrer des inclinaisons latérales du tronc et / ou surtout des rotations dorso-lombaires (DL) , voire lombaire.

6.3.3 défauts de la ceinture pelvienne (CP) .

Les battements sont des pédalages peu efficaces pour l'équilibre du bassin et la propulsion. De plus, ils ne contrebalancent pas le roulis des épaules, d'où la présence de contre-rotations DL ou lombo-sacrées et de cisaillements des sacro-iliaques. Les pédalages participent à une mauvaise coordination de la nage.

6.3.4 notion de point fixe rachidien apparent par rapport aux éléments propulsifs.

Grâce à l'observation des défauts de la CS et de la CP, nous constatons des points fixes rachidiens apparents autour desquels les sujets s'articulent :

Premier cas	Deuxième cas	Troisième cas
- difficilement décelables ici **- nos hypothèses :** . pas de point fixe dans le PS (Plan Sagital) . nage dans le PF (Plan Frontal) et PH (Plan Horizontal) **Dans le PF :** Inclinaisons latérales du rachis / au plateau sacrée de S1 **Conclusion :** point fixe en S1 **Dans le PH :** Petites rotations DL et lombo-sacrées	**Hypothèse :** . point fixe lombaire	**Hypothèse :** . point fixe DL (Dorso-Lombaire)

N.B. Ce point semble dépendre de nos morphotypes, de notre statique, de notre musculature. A ce niveau, il y a une plus grande sollicitation des éléments périarticulaires et musculaires car le sujet semble s'articuler autour de cet étage .

Dans le 3ème cas par exemple : l'étage DL déjà sollicité en charge, l'est aussi en DC. Donc, nous pouvons penser que chez ce sujet le DC sera source de douleurs dorso-lombaire pouvant provoquer une lombalgie.

Ce qui ce sous ce point fixe est en décompression articulaire mais subit des micros torsions des mêmes éléments, accentuées par un battement anarchique et faible.

6.4 <u>Conclusions.</u>

D'après l'observation vidéo et notre analyse de nage, le DC paraît entraîner des contraintes mécaniques localisées au niveau des charnières déjà sollicitées dans la vie quotidienne.

A partir des 3 cas étudiés, nous retrouvons en position horizontale dans l'eau :

- une antéversion du bassin et une hyperlordose permanente, existant déjà dans leur statique et dynamique debout. L'horizontalité aquatique, permet en apesanteur la diminution

des forces de coaptation articulaire et rend cette hyperlordose moins nocive, pour les articulaires postérieures et la partie postérieure des disques.

- de la 2ème à la 4ème phase de nage, il y a des rotations et des contre-rotations surtout au niveau du point fixe rachidien apparent, souvent dorso-lombaire, entraînant des contraintes de torsion au niveau des éléments capsulo-ligamentaires.

N.B. Il est même reconnu que les nageurs de haut niveau, pratiquant une technique parfaite, ont des douleurs lombaires hautes (D12 - L3) ou, dorsales basses, aboutissant très souvent à une lombalgie.

Par conséquent, cette nage ne semble pas être anodine pour le RL quand la technique est parfaite, mais pratiquée trop intensément, ou, quand elle est mal nagée.

7 DISCUSSIONS

«pourquoi et comment préconiser le DC dans les lombalgies communes ? »

Cette nage est souvent préconisée pour les problèmes de statique rachidienne, car il semble en théorie d'une facilité apparente, avec une respiration habituelle. Le rachis ne subit, ni rotation axiale, ni déviation sagittale, mais une ondulation progressive. Le bassin reste fixé dans le prolongement du tronc, grâce à une coordination du roulis des épaules et des battements de jambes (membres inférieurs) . Ainsi, le DC est une nage permettant une mobilisation du rachis sans entraîner de mouvements néfastes (rotations...) pour la colonne lombaire.

En contre-partie, cette forme de nage sans apprentissage préalable peut engendrer :

- des problèmes respiratoires, par manque de synchronisation avec les mouvements, pouvant rapidement fatiguer le sujet.

- les effets de l'apesanteur et la diminution de la proprioception, entraînent le nageur à faire des mouvements incorrects, soit, souvent plus amples ou même différents de ceux qu'il croit exécuter (le sujet pense faire un battement alors qu'il pédale) .

- l'hyperextension permanente est néfaste pour les articulaires postérieures.

- les rotations des charnières (contorsionnement), les élément capsulo-ligamentaires, d'où l'apparition de contractures de défense (des transversaires épineux) .

- par conséquent, il semble y avoir "un fossé" entre la théorie du DC et celui que l'on observe communément chez les néophytes (non sportifs de haut niveau) .

- c'est pourquoi, il est préférable de garder une certaine réserve quant au conseil quasi systématique du DC pour les problèmes lombaires. Dans l'esprit de beaucoup, la pratique du dos allie, une mobilisation facile du rachis et de sa musculation, mais, en oubliant qu'une nage mal exécutée, peut entraîner des mouvements indésirables pour un rachis qui souffre.

Donc, avant de recommander le DC, il nous paraît important de poser quelques questions au patient :

«êtes-vous à l'aise dans l'eau ? »

«savez-vous nager le DC ? »

Si oui :

«avez-vous appris seul à nager ? Avec un maître nageur ? Avec un parent ? »

Puis, nous devons expliquer aux gens que seule la maîtrise d'une technique parfaite, sera bénéfique grâce à un enseignant qualifié. L'apprentissage même du DC n'est pas chose évidente.

Voici des éléments importants et inhérents à l'acquisition d'une bonne technique (2)

* **1** faire un travail séparé des jambes, où le battement part des hanches, puis du genou (flexion < 90°) avec les bras le long du corps, puis idem avec un roulis tous les "X" temps, puis bras écartés à 90°.

* **2** le travail des bras, où l'on privilégie :

- le dégagement alternatif des épaules, sorties jusqu'à 45° avec une tête immobile et l'absence de temps d'arrêt.

- la qualité de l'entrée de la main et de la prise d'eau avec l'aide de plaquettes.

- pour travailler la flexion progressive du coude et sa position haute vers le fond, faire du dos à deux bras (mouvement des bras simultanés) .

Ensuite nous devons travailler la coordination de nage (6 battements pour 1 cycle de bras) et la synchronisation respiratoire.

Quelques objectifs prioritaires aux débutants (2) **:**

* **1** parfaite maîtrise de l'équilibre dorsal avec des mouvements alternés de bras et de jambes, équilibrés et symétriques pour avoir une base saine de travail,

* **2** le bassin doit être suffisamment enfoncé pour un battement efficace, mais pas trop,

* **3** bon roulis des épaules, car sans celui-ci, il n'y a pas de bon dos. L'amplitude de montée et descente des épaules est souvent insuffisante et doit être travaillée **à sec** et **dans l'eau**,

* **4** la flexion du bras en phase d'appui n'est innée et doit être travaillée, ainsi que l'ensemble du trajet propulsif en "S".

L'apprentissage de cette technique n'étant pas simple, il est préférable de la faire avec un maître-nageur. En outre, si l'on veut que le dos agisse sur le modelage rachidien, le développement musculaire et cardio-respiratoire, il faut pratiquer ce sport **régulièrement au moins deux fois par semaine.** (6)

Par contre, le DC mal nagé, semble entraîner des contraintes mécaniques rachidiennes pouvant aller à l'encontre des buts recherchés pour les lombalgiques, c'est-à-dire :

- ne pas réveiller les douleurs,
- protéger son dos tout en restant actif,
- prendre conscience des bonnes positions du rythme lombo-pelvien,
- renforcer la musculature postérieure (car les spinaux perdent 45 % de leur force) et les abdominaux.

Chez ces sujets, la pratique sportive ne doit pas se substituer au traitement classique mais doit être **complémentaire.**

Ainsi, le traitement à sec, la balnéothérapie et la natation sur le dos se complètent :

* **1** le traitement classique (massage...) lutte contre la douleur et réhabilite le rachis dans la vie quotidienne,

* **2** la balnéothérapie habitue le sujet à se mouvoir dans l'eau. Elle améliorera la connaissance de son corps et sa prophylaxie lombaire, par des séances de mobilisation individuelle puis collective **en piscine** (aquagym , stretching) en eau chaude (31 à 35°) ,

* **3** sous surveillance d'un maître-nageur, la natation sera utilisée pour le renforcement musculaire et le réentrainement à l'effort, adapté à chaque lombalgique. Par exemple, en cas de souffrances facettaires, il faut éviter la phase d'hyperextension en DC, au risque d'engendrer une hyperlordose réactionnelle. Le crawl permet le développement de la sangle abdominale par ses mouvements de torsion et la poussée de l'eau sur l'abdomen redresse la lordose (ce qui semble intéressant pour les lombalgies) . Avant toute nage, il faut commencer à travailler **l'équilibre horizontal** avec une planche haute, placée sous les épaules et la tête, une planche au milieu, de D10 à S2-S3 contre laquelle le sujet plaque sa colonne et, une planche basse sous les jambes. Progressivement, ne conserver que la planche du milieu, permettant une légère rétroversion de bassin et un verrouillage lombaire autour duquel le sujet s'articule. Une fois acquis il faut passer par l'apprentissage et le travail du crawl, puis du DC, ne devant engendrer ni gêne ni douleur. Auquel cas, opter plutôt pour le dos brassé, où les deux bras travaillent ensemble et ne dépassent pas 100° d'abduction évitant l'hyperextension du rachis.

En conclusion : nous pouvons conseiller le DC à un lombalgique avec l'aide d'un professionnel qui lui apprendra **la technique** la mieux adaptée. Après une acquisition correcte, le sujet peut tenter le **DC palmé** (excellent moyen de renforcement musculaire des membres inférieurs dans la rééducation d'un lombalgique) .

Enfin, avec l'habitude du milieu, muni d'un verrouillage lombaire et d'une bonne musculature dorsale, des cuisses et des abdominaux, le sujet peut, s'il le désire, pratiquer la brasse, voire le papillon, considéré néfaste pour le rachis.

8 CONCLUSION

Il est indéniable que la mobilisation du rachis d'un nageur dans l'eau est une véritable rééducation de la colonne en apesanteur. C'est pourquoi, la balnéothérapie est judicieusement utilisée pour les anomalies vertébrales. C'est à ce niveau que la confusion fut faite entre balnéothérapie natation et rachis, alors que se sont deux choses bien distinctes (5) :

- **la balnéothérapie** est utilisée en tant que technique de rééducation donc, CURATIVE
- **la natation,** elle, n'est qu'un ADJUVANT, musclant et ENTRETENANT le corps de 5 mois à 85 ans, prévenant les déformations en dehors des crises, à condition que ce sport soit pratiqué au moins deux fois 30 minutes par semaine. Le dos est souvent préconisé pour les problèmes de statique rachidienne, car il semble en théorie d'une facilité apparente. En réalité à un niveau international, il s'avère "le moins bien nagé" car un mauvais rythme respiratoire entraîne des défauts de coordination importants (3) .

D'après une étude de la statique rachidienne et de la natation de haut niveau, il en ressort qu'elle peut être génératrice de déviation Antéro-Postérieure rétroactivement réductible, devant être combattue et n'empêchant pas l'apparition de scoliose ou de dystrophies vertébrales de croissance qui demandera un aménagement de l'entraînement (7) .

Pratiqué à haut niveau, le DC n'est pas "la panacée" pour combattre les anomalies du rachis et peut même en créer. Nagé n'importe comment, le DC peut entraîner des contraintes rachidiennes indésirables, surtout au niveau des zones de faiblesse.

Donc qui "dit" conseiller ce sport à un lombalgique hors crise, "dit" aussi prendre les précautions nécessaires : conseiller au préalable un traitement classique à sec et de la balnéothérapie, puis de la natation sur le dos avec un maître-nageur (en cours particuliers si le sujet n'a jamais appris le DC) puis, en cours collectifs.

Au départ, les adaptations de nage (planche...) seront nécessaires et personnalisées, **puis,** retirées progressivement.

Bien introduite et bien conduite, la natation est un sport complet qui peut susciter un véritable engouement au sein du public lombalgique, non phobique de l'eau (6) .

BIBLIOGRAPHIE

(1) **CALAIS-GERMAIN B.** - Anatomie pour le mouvement. - Tome 1 : introduction à l'analyse des techniques corporelles 1991. - Edition Des IRIS. - 120 pages.

(2) **CATHEAUR, GAROFF G.** - Enseignement de la natation. - 3ème édition mise à jour et augmentée, 7ème tirage. - Edition VIGOT 1984. - 427 pages.

(3) **CHOLET D.** - Approche scientifique de la natation sportive : bases biomécaniques, techniques de nage, apprentissage, évaluation et correction des techniques de nage. - Paris. - Edition VIGOT, collection sport et initiation 1990. - 376 pages.

(4) **COSSON M.** - Utilisation de la natation dans les corrections des troubles statiques rachidiens de l'enfant et de l'adolescent. - Thèse médicale : tours 1975. - 53 pages.

(5) **Dr DURAND-BAILLOUD J.** - Colonne vertébrale et natation. - Revue des sciences et techniques des A.P.S. - Vol 6 n° 11. - Mai 1985. - Pages 71 et 72.

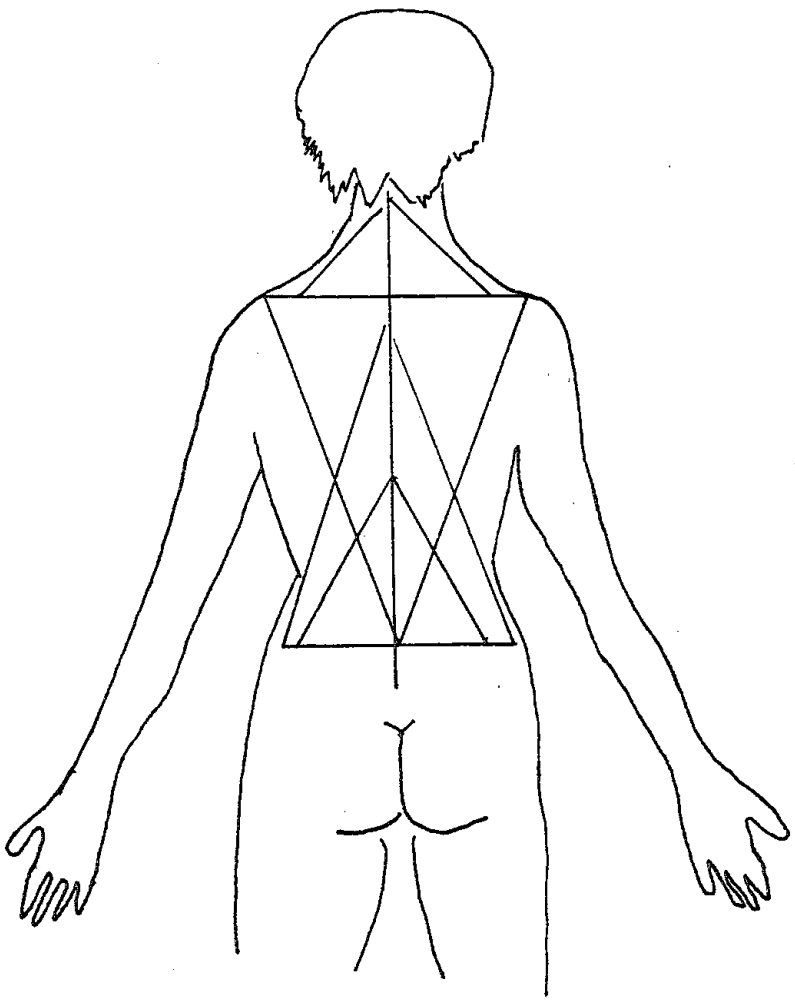
(6) **JARROUSSE Y.** - Natation et rachis, mariage d'Amour ou de raison. - Cahier de kinésithérapie 1985. - Pages 9 à 17.

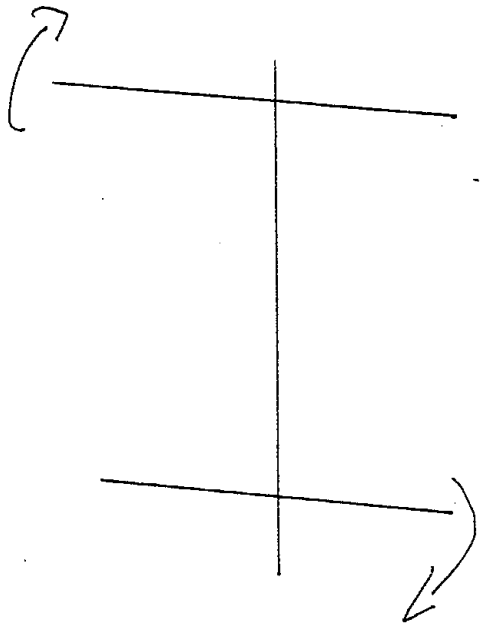
(7) **JARROUSSE Y, CAILLENS J.P., VERBOIS J.M.** - Natation et rachis de l'apprenti nageur au nageur de haut niveau. - Médecine du sport 1987. - Paris : expansion scientifique française, 1987, journée de médecine du sport 26 septembre 1987. - Pages 72 à 80.

(8) **KAPANDJI I.A.** - Physiologie articulaire : tronc et rachis. - Tome 3. - Paris MALOINE novembre 1986. - 255 pages.

(9) **LAVAL I., SIMON C., CEYRAC R.** - Ballon de rééducation et kinésithérapie du rachis. - Kinésithérapie Scientifique n° 324 juin 1993. - Pages 5 et 6.

(10) **RENIER J.C., BREGEON C.H.** - Lombalgies. - E.M.C. (Paris) , appareil locomoteur. - 15840 B^{10} 3. - 1984.





LE RACHIS, AXE HAUBANNE

STATIQUE

DYNAMIQUE : rotation des ceintures pendant la marche.

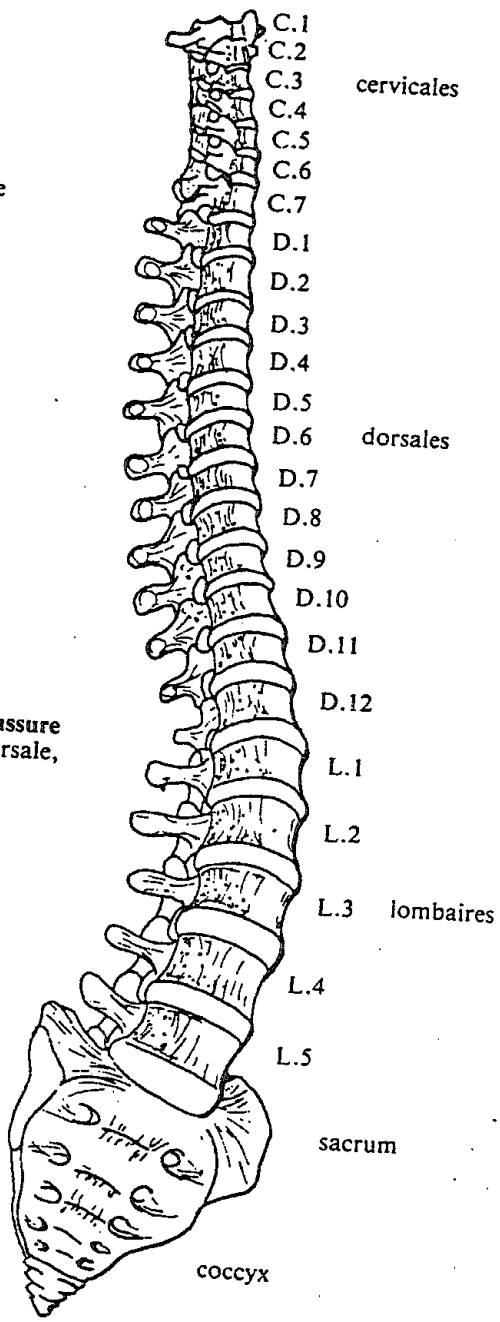
De face, on voit que les vertèbres sont de plus en plus massives au fur et à mesure qu'on descend,

Les vertèbres se comptent de haut en bas.

Pour des raisons pratiques, elles sont nommées par leur initiale.

Par exemple :
C.7 : septième vertèbre cervicale
D.3 : troisième vertèbre dorsale
L.2 : deuxième vertèbre lombaire
S.1 : première vertèbre sacrée
etc...

On nomme **lordose**, la courbure des régions cervicale et lombaire (concave en arrière).
On nomme **cyphose** ou **voussure** la courbure de la région dorsale, convexe en arrière (cette dernière peut être pratiquement inexistante).



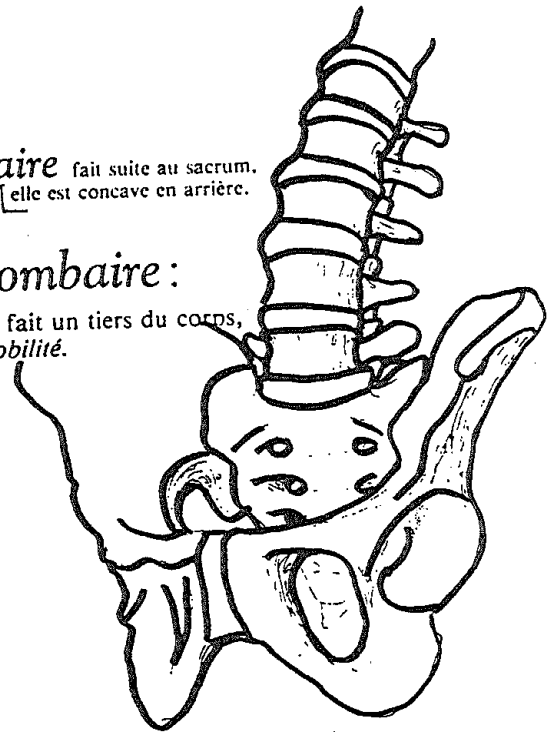
Pour des raisons pratiques, l'étude du **bassin** et celle du **thorax** (côtes, sternum) seront incluses dans ce chapitre sur le rachis.

avec une mobilité plus grande au niveau
F/E : 40°/0/30°
IL : entre 20 et 30°
Rot : 5° surtout en L_3

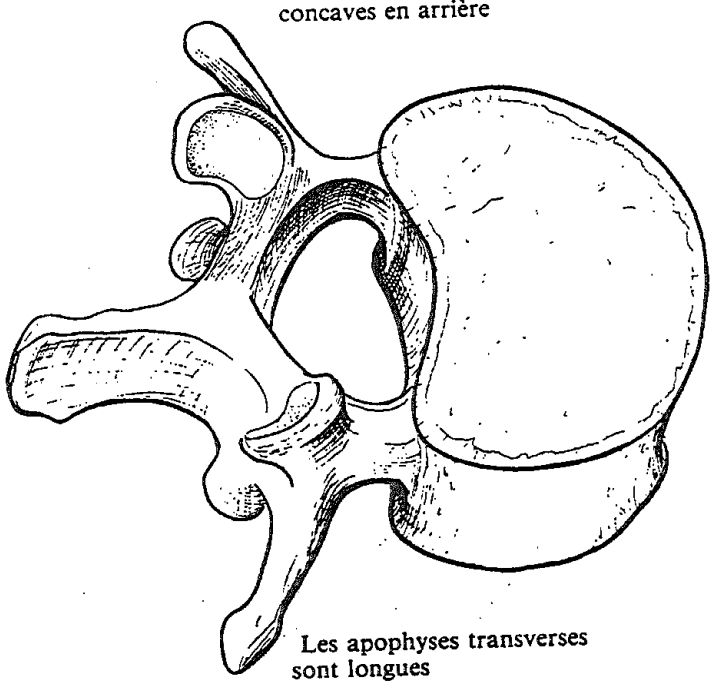
la colonne lombaire fait suite au sacrum, elle est concave en arrière.

la vertèbre lombaire :

Le disque est épais, il fait un tiers du corps, *c'est un facteur de mobilité.*



Les corps sont volumineux, de coupe ovalaire, concaves en arrière



(vertèbre lombaire vue de dessus).

Les apophyses transverses sont longues (appelées "costiformes"), sur leur extrémité : un tubercule.

1 Transversaires épineux :
-rotation CL.

2 Long dorsal.

3 Sacro-lombaire.

4 Epi-épineux.

5 Petit dentelé postérieur et inférieur.

6 **Grand dorsal.**

7 Aponévrose lombaire.

8 **Carré des lombes :** IL HL.

9 **Psoas :**
- IL HL,
- rotation CL,
- flexion du rachis,
+ hyperlordose lombaire.

10 **Transverse de l'abdomen :**
Lordosant lombaire si point fixe,
on entraîne une inclinaison
du milieu de la taille.

11 **Petit oblique de l'abdomen :**
- rotation HL,
- flexion du tronc.

12 **Grand oblique de l'abdomen :**
- rotation CL,
- flexion du tronc.

13 **Droit de l'abdomen :**
- rotation CL,
- flexion du tronc.

14 Aponévrose du petit oblique.

15 Ligne blanche de l'abdomen.

16 Ligne blanche de l'abdomen.

17 Fascia transversalis.

18 Cavité abdominale.

19 Reins dans une atmosphère graisseuse rétropéritanéale.

20 Verbèbre lombaire.

Dans le DC, au niveau du tronc, travaillent tous les muscles du plan postérieur :
grand dorsal, spinaux (1, 2, 3, 4 et 5) , le psoas.

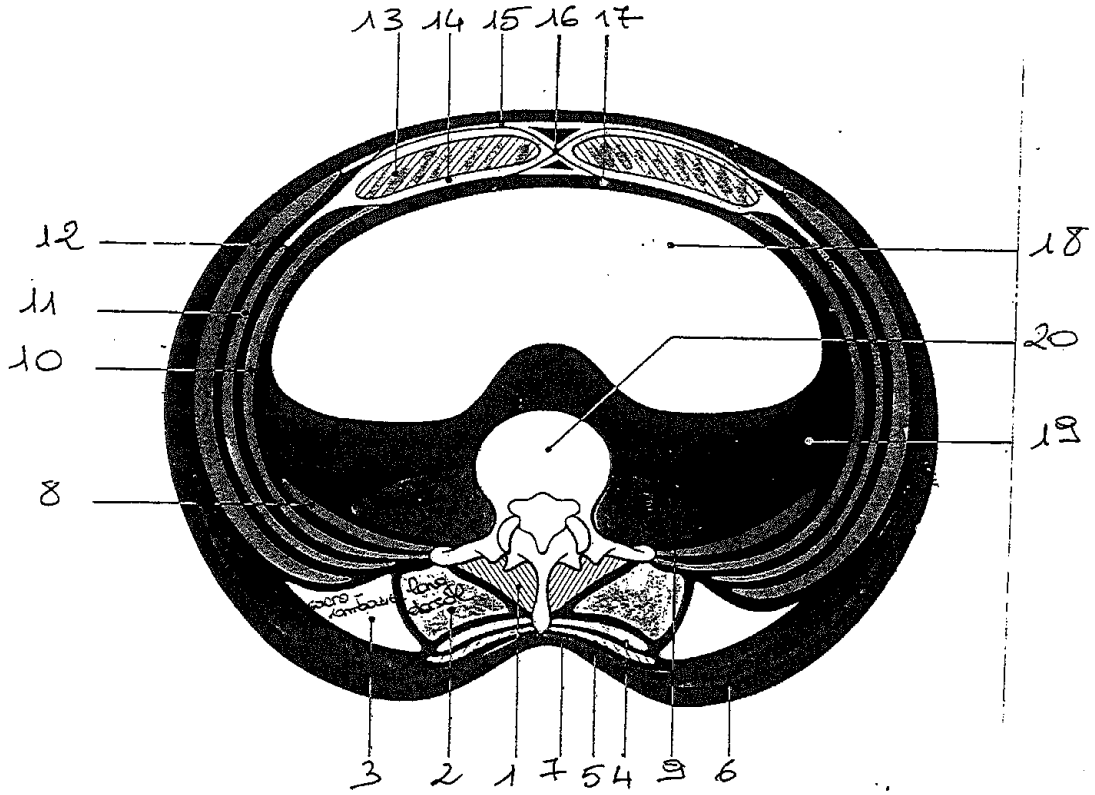
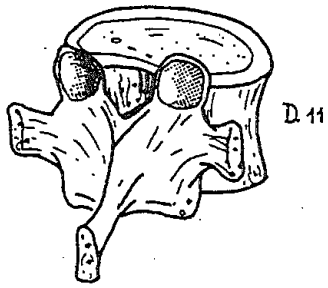
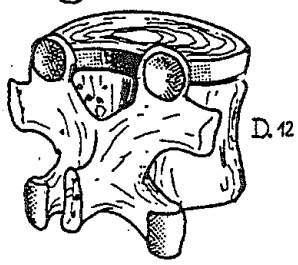


fig. : **LES MUSCLES DU TRONC SUR UNE COUPE HORIZONTALE.**

entre les colonnes dorsale et lombaire on trouve la *jonction dorso-lombaire* dont les mobilités sont particulières.

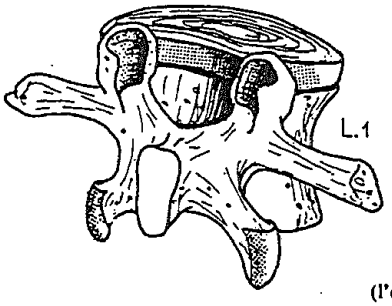




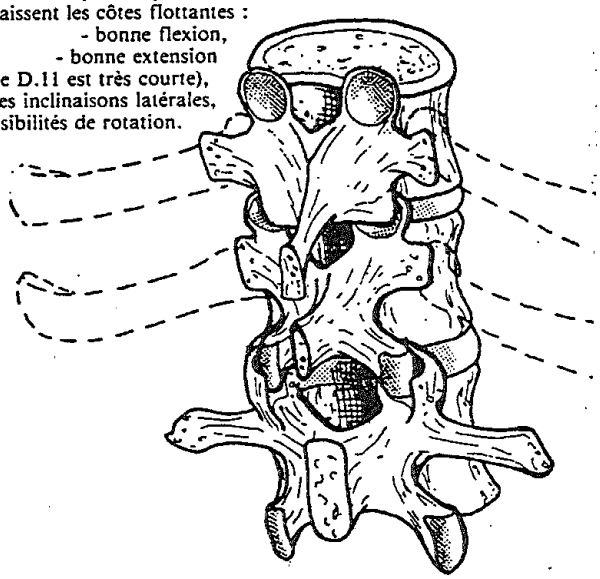
La douzième vertèbre dorsale (D.12) a les caractères d'une vertèbre dorsale dans sa partie supérieure.

Dans sa partie inférieure, elle est de type lombaire, avec, en particulier :
- une épineuse courte, permettant une bonne amplitude d'extension,
- des apophyses articulaires en forme de cylindre plein, type lombaire, permettant très peu de rotations.

Entre D.12 et L.1 on a donc les mobilités de la région lombaire :
- bonne flexion-extension,
- bonne inclinaison latérale,
- très peu de rotation.

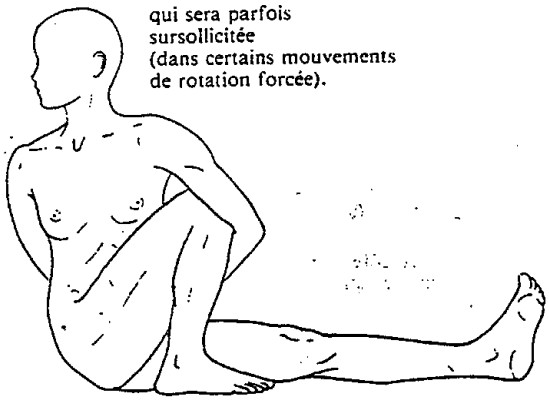


Entre D.11 et D.12 on a les mobilités de la région dorsale, amplifiées par la liberté que laissent les côtes flottantes :
- bonne flexion,
- bonne extension (l'épineuse de D.11 est très courte),
- bonnes inclinaisons latérales,
- et bonnes possibilités de rotation.

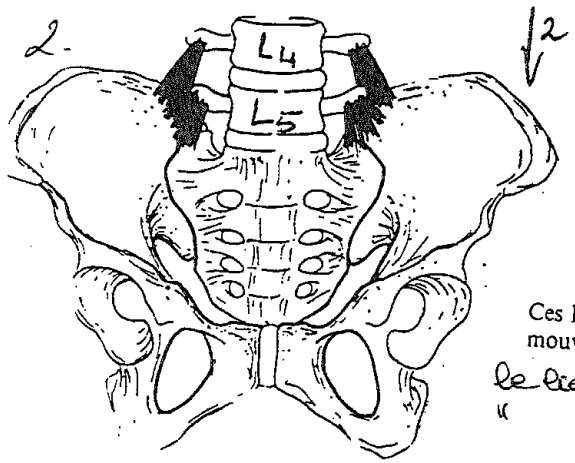


En partant du bas de la colonne, D.11/D.12 est ainsi la première charnière rotatoire importante.

qui sera parfois sursollicitée (dans certains mouvements de rotation forcée).



I Entre le sacrum et la cinquième lombaire,
on trouve la *jonction lombo-sacrée*

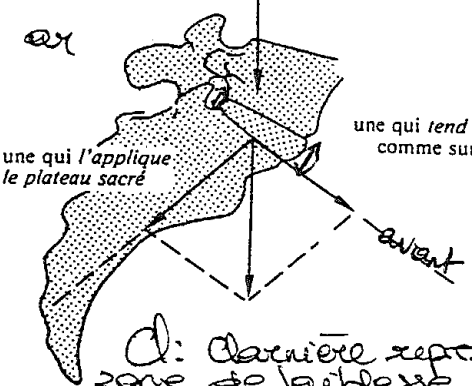


Ces ligaments limitent notablement les mouvements d'inclinaison latérale.

le ligament > se tend en F°
" " < " " en Ext°

1

Particularité de la statique à cet étage : le poids du corps arrivant sur L.5 se décompose en deux forces :



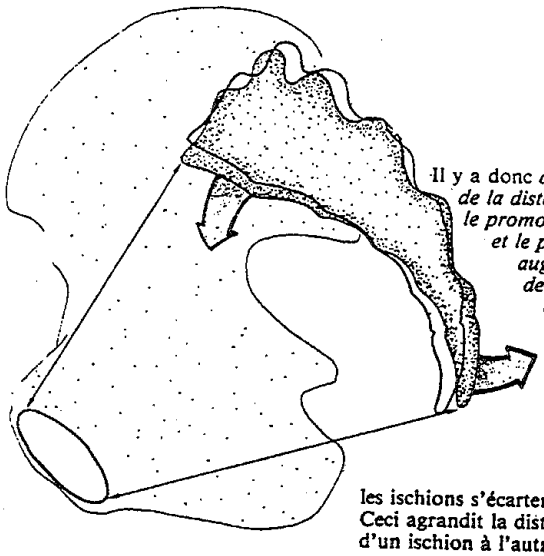
une qui *l'applique sur le plateau sacré*

une qui *tend à la faire glisser en avant* comme sur un toboggan.

d: charnière représentant une zone de faiblesse du rachis → risque de spondylolisthésis

II. *l'articulation sacro-iliaque*

met en présence les deux "auricules" situés sur l'iliaque et le sacrum.



Il y a donc *diminution de la distance entre le promontoire et le pubis, et augmentation de la distance entre la pointe du sacrum et le pubis,*

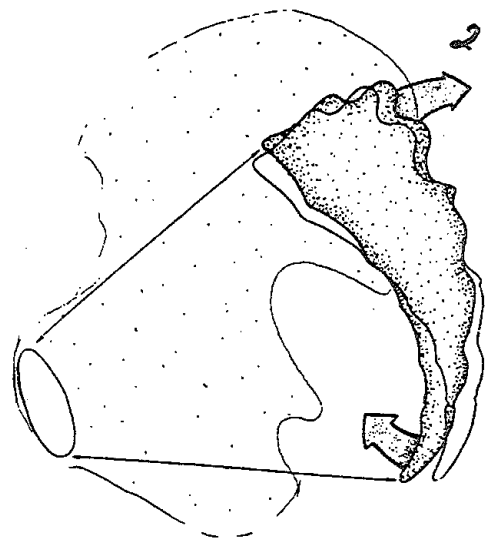
les ischions s'écartent. Ceci agrandit la distance d'un ischion à l'autre.

En résumé : dans la nutation, les deux diamètres du détroit inférieur s'agrandissent et le détroit supérieur est diminué d'avant en arrière.

Le mouvement inverse est la **contre-nutation.** *Le plateau sacré bascule en arrière et en haut. La pointe du sacrum bascule en bas et en avant,*

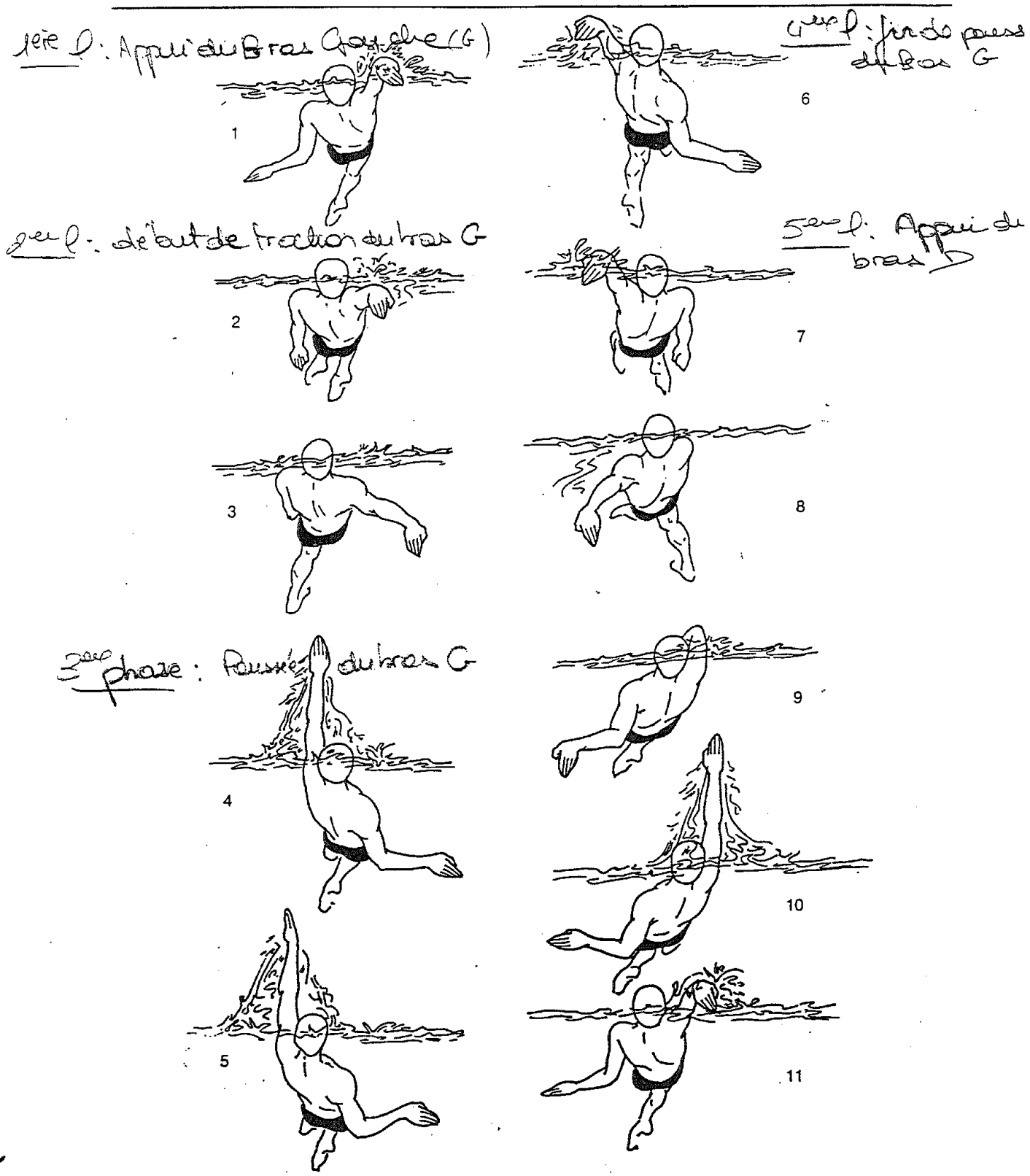
les ailes iliaques s'écartent de la ligne médiane, les ischions s'en rapprochent.

Le détroit supérieur est augmenté d'avant en arrière, et les deux diamètres du détroit inférieur sont diminués.



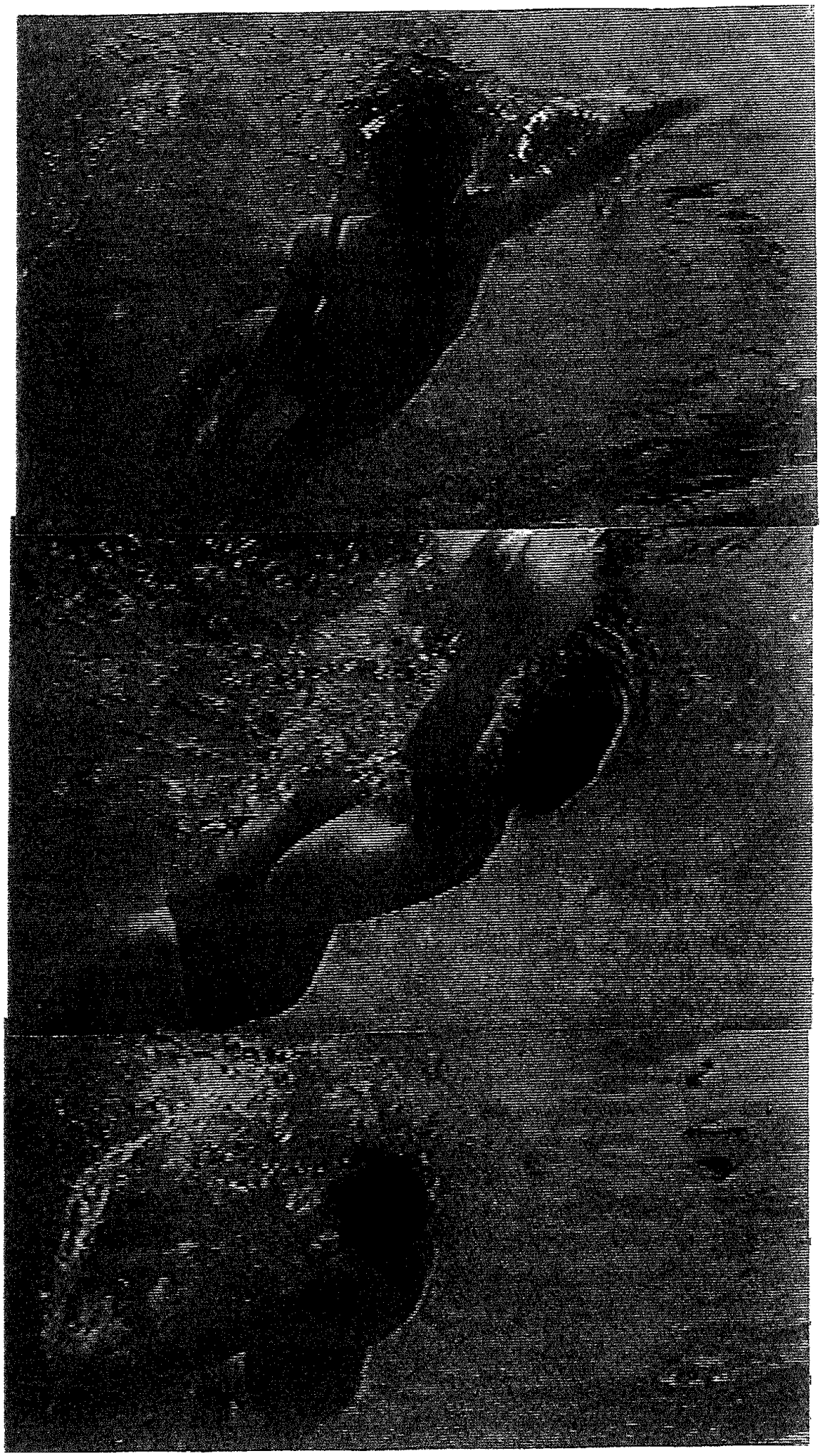
Ces variations de dimension entre le détroit supérieur et l'inférieur se produisent en particulier lors de l'accouchement : au début de l'engagement correspond une contre-nutation et à la période finale (dite d'expulsion), correspond une nutation

5. Illustration d'un cycle de dos crawlé

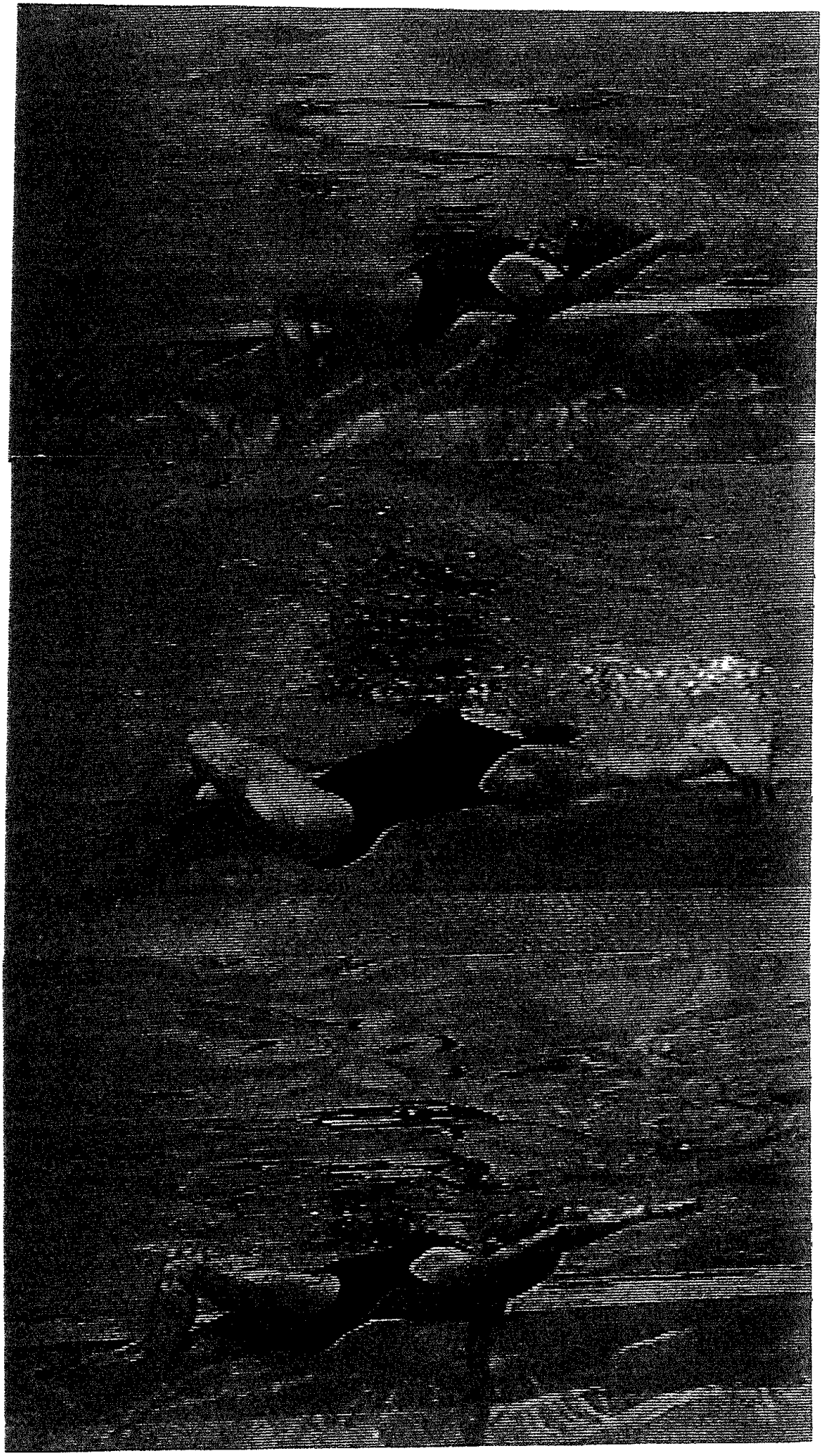


Dessins réalisés à partir de vues sous-marines de David Holderbach à Montpellier en novembre 1988.

1er Cas

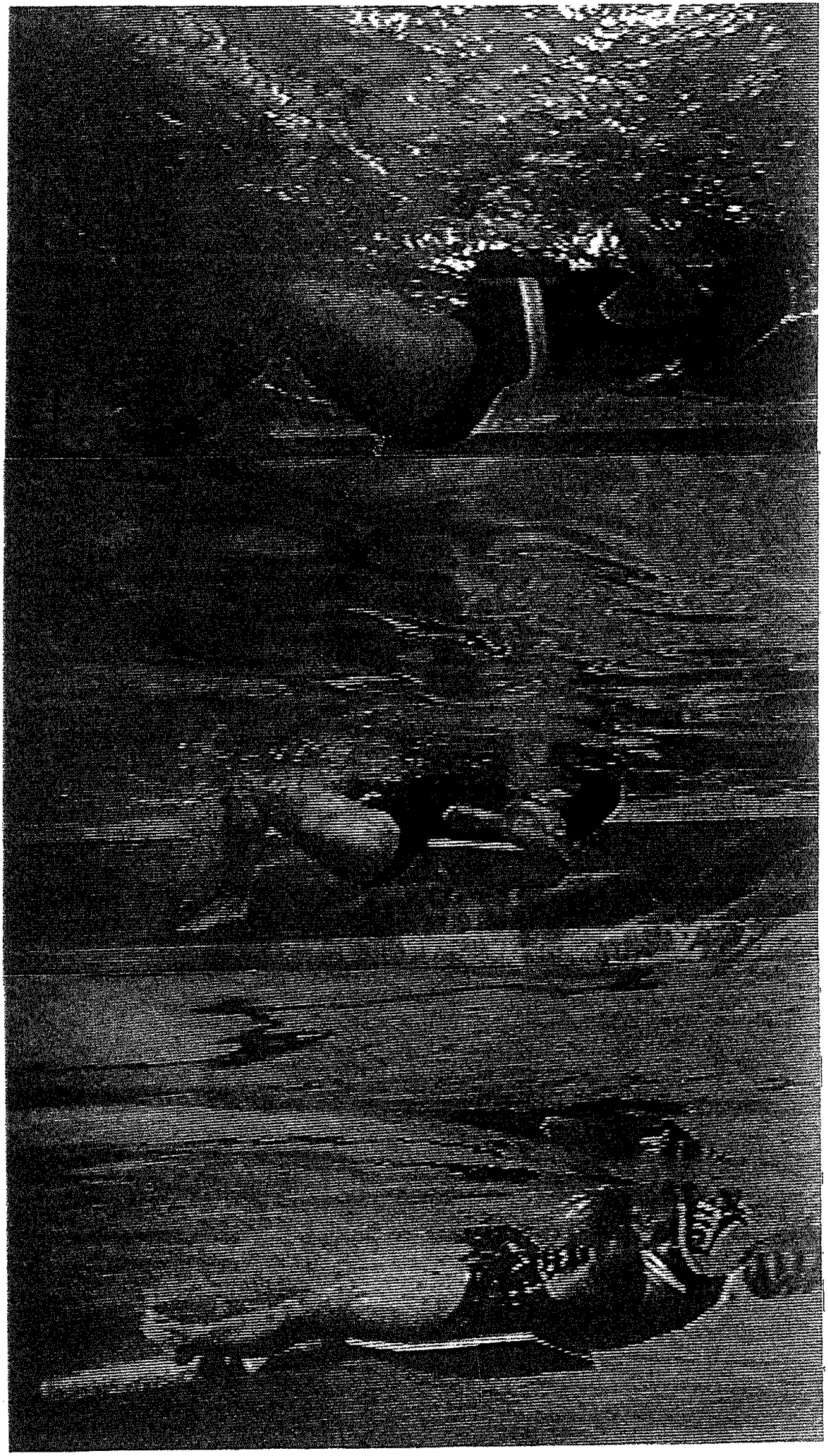


2ème Cas



3ème Cas

Les adaptations de nage.



Mauvaises.

Bonne.