

MINISTÈRE DE LA SANTÉ
RÉGION LORRAINE
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE
DE NANCY

**Evaluer l'incidence pelvienne sans mesure
radiologique ?
Proposition d'une mesure clinique**

Rapport de travail écrit personnel
présenté par Claire BERTINET
étudiante en 3^{ème} année de kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'État
de Masseur-Kinésithérapeute 2008-2009

SOMMAIRE

	Page
1. INTRODUCTION.....	1
2. MATERIEL ET METHODE.....	5
2.1. Population.....	5
2.2. Matériel expérimental.....	6
2.3. Méthode.....	7
2.3.1. Mesures cliniques.....	7
2.3.2. Mesures radiologiques.....	10
2.3.3. Couples de paramètres analysés.....	11
2.3.4. Protocole statistique.....	11
3. RESULTATS.....	12
3.1. Analyse descriptive de l'échantillon.....	12
3.2. Etude statistique de corrélation.....	12
4. DISCUSSION.....	13
5. CONCLUSION.....	20

RÉSUMÉ

Plusieurs groupes de recherche s'intéressant à l'organisation rachidienne ont permis de définir le paramètre anatomique pelvien « incidence pelvienne » comme étant un élément fondamental de l'évaluation de la statique pelvienne et rachidienne en position debout. Toutefois, ce paramètre ne peut se mesurer que sur une radiographie. Ainsi, pour permettre au clinicien ne possédant pas de cliché radiologique d'établir un diagnostic rachidien précis, il est nécessaire de déterminer une mesure clinique reflétant l'incidence pelvienne. Notre étude permit d'établir une relation de dépendance (corrélation : $r = -0,47$ avec $p = 0,0003$) entre une mesure clinique (inclinaison du sacrum) et un paramètre radiologique pelvien (pente sacrée) participant au calcul de l'incidence pelvienne. De plus, grâce à l'obtention de cette corrélation, l'amélioration de notre angle clinique de départ, permet l'obtention d'une corrélation significative de ce dernier avec l'incidence pelvienne qui reste toutefois non fiable car trop faible ($r = 0,3$ avec $p = 0,03$). Ainsi, un travail ultérieur tenant compte des différentes analyses de notre étude, permettrait, nous l'espérons, d'aboutir à une mesure clinique fiable établissant un diagnostic kinésithérapique rachidien et pelvien.

Mots clés :

- incidence pelvienne
- kinésithérapie
- évaluation
- courbures rachidiennes
- pelvis

1. INTRODUCTION

L'évaluation de la statique sagittale a longtemps consisté à mesurer des angles et des distances et à vérifier que les valeurs correspondent à des normes. Ce principe a longtemps été appliqué à l'analyse des clichés radiographiques ainsi qu'à la réalisation du bilan clinique.

Le bilan radiologique consistait à mesurer des paramètres positionnels rachidiens et pelviens (lordose lombaire, cyphose thoracique, penne sacrée). (les mots soulignés sont définis dans l'annexe I) (annexe II)

Le bilan clinique comportait une observation de l'organisation topographique des courbures rachidiennes (caractéristiques qualitatives des courbures : vertèbres limites, localisation des sommets) ainsi qu'une mesure de différents paramètres cliniques. Parmi ceux-ci, nous trouvons la mesure de l'angle Q permettant de quantifier l'anté-rétroversion du bassin, la mesure des flèches sagittales et des chutes arrière ou avant.

Les spécialistes, se sont rendus compte que les normes ne permettent pas de déterminer si l'équilibre sagittal d'une personne est pathologique ou non.

Ainsi, plusieurs groupes d'études se constituèrent pour comprendre comment s'organise l'ensemble tronc-bassin dans le plan sagittal.

En 1982, STAGNARA (15) conduit une étude scientifique prouvant la « dépendance mutuelle entre les courbures sagittales du rachis et l'orientation du bassin ». Cette étude a été

confirmée par Duval-Beaupère G. (10) qui en précisa le coefficient de corrélation (entre la pente sacrée et la lordose lombaire, $r = 0,86$).

Puis, Duval-Beaupère G. (5), démontra grâce à la barycentremétrie, que l'ensemble PELVIS-RACHIS s'organise pour positionner le centre de gravité du corps en arrière des têtes fémorales, permettant d'obtenir un équilibre spatial du corps économique. C'est à dire qui nécessite un effort musculaire minimal à son maintien. (annexe III)

Pour comprendre cette notion d'équilibre économique, expliquons ce qui se passe au niveau d'une vertèbre. Les sollicitations mécaniques s'y exerçant correspondent au cumul des forces de pesanteur et des forces musculo-ligamentaires de rééquilibration (13). Lorsque ces deux types de force se compensent mutuellement, l'individu est en situation d'équilibre.

Or, lorsque le point d'application de la pesanteur se situe antérieurement à la vertèbre, il y aura un effort de rééquilibration par les muscles postérieurs, qui possèdent un bras de levier court, augmentant alors les forces de rééquilibration. Il en résulte donc une augmentation des sollicitations mécaniques s'exerçant sur l'étage vertébral pouvant entraîner des phénomènes douloureux et un vieillissement précoce articulaire et discal.

Dès lors, une autre dimension de l'étude de la statique rachidienne sagittale est envisagée : l'ensemble pelvis-rachis s'organise pour atteindre un équilibre économique. Cette notion prend maintenant en compte l'existence de la grande diversité de profils rachidiens et pelviens chez le sujet jeune adulte sain et admet que la « stratégie posturale » est propre à chaque individu : l'évaluation rachidienne doit ainsi être individuelle.

Cependant, le barycentremètre est un outil de laboratoire, il était donc nécessaire de lui substituer un moyen d'estimer individuellement le caractère économique ou non d'un profil rachidien et pelvien. C'est pourquoi, Duval-Beaupère G. (10), établit lors d'une étude statistique une chaîne de corrélation entre l'incidence pelvienne (IP), la version pelvienne (VP), la pente sacrée (PS), la lordose lombaire et la cyphose thoracique (annexe IV). Le point de départ de ces corrélations est l'incidence pelvienne.

C'est un paramètre anatomique (10) (fig. 1), propre à chaque individu et indépendant de l'orientation spatiale du pelvis. Cet angle est mesuré sur une radiographie de profil en traçant deux droites : la perpendiculaire au milieu du plateau sacré, et la droite reliant le milieu du plateau sacré au centre de l'axe bi-coxo-fémoral.



Figure 1 : mesure radiologique de l'incidence pelvienne (IP)

Cette mesure interpose les sacro-iliaques, ainsi sa valeur pourrait être modifiée par la mobilité de ces articulations que l'on juge négligeable. Ainsi, on considère que l'incidence pelvienne est un angle invariable, constant chez un individu donné. Elle représente l'orientation sagittale du plateau sacré par rapport à l'implantation des cotyles sur les iliaques et plus précisément, le

bras de levier sagittal, qui s'exerce lors de la transmission des forces, entre la première vertèbre sacrée et les coxofémorales.

L'incidence pelvienne est liée à deux paramètres positionnels : pente sacrée (PS) et version pelvienne (VP), par une construction géométrique simple : $IP = PS + VP$.

Grâce à l'utilisation de l'incidence pelvienne qui représente le point de départ d'une chaîne de corrélation (entre IP et PS : $r = 0,84$; entre PS et LL : $r = 0,86$ et entre LL et CT : $r = 0,34$) (10), Duval-Beaupère G. a permis de définir « l'orientation pelvienne correcte » ainsi que « les valeurs idéales de chaque courbure sagittale » (15) accédant à un « équilibre optimal » du tronc pour un individu. En effet, une incidence pelvienne importante appelle des paramètres pelviens et rachidiens importants. Ainsi, l'incidence pelvienne est un facteur clé dans la régulation de l'équilibre sagittal économique et harmonieux.

Ces études remettent donc en cause la notion de normes rachidiennes sagittales radiologiques et cliniques. Effectivement, l'orientation pelvienne ainsi que les courbures rachidiennes doivent être en harmonie chez un même individu et en correspondance avec l'anatomie de son bassin dans le but d'accéder à un équilibre économique du corps. Ainsi la norme est propre à chacun et elle s'appelle : INCIDENCE PELVIENNE.

D'ailleurs, en mars 2008, fut conçu la version officielle du sagittalomètre (annexe V) qui est un tableau de correspondance des paramètres sagittaux (en °) établi à partir de la chaîne de corrélation des paramètres entre eux. Ce sagittalomètre est donc un outil permettant d'améliorer le diagnostic médical lors de l'analyse radiographique. Ainsi, l'évaluation

médicale de la statique rachidienne sagittale est en accord avec l'avancée des connaissances dans ce domaine.

Or, la plupart des patients porteurs de troubles de la posture sagittale, qui nécessitent une prise en charge kinésithérapique, ne sont pas en possession d'un bilan radiologique. Cela implique donc, que le seul outil possédé par le kinésithérapeute pour l'évaluation quantitative des courbures rachidiennes et pour le suivi lors du traitement de rééducation, reste la mesure des flèches qui à ce jour ne semble plus correspondre à la compréhension actuelle de l'équilibre statique sagittal individualisé. Les techniques d'évaluation kinésithérapique n'ont donc jamais été remises en cause. Elles n'ont pas suivi l'évolution des connaissances radiologiques dans ce domaine.

L'objectif de notre travail est donc de débiter une réflexion pour faire évoluer l'examen clinique selon ces nouvelles connaissances. Pour cela la première étape est de rechercher une mesure clinique permettant d'évaluer, sans cliché radiographique, l'incidence pelvienne, donc l'anatomie du bassin. Ceci donnerait les moyens au kinésithérapeute d'effectuer une prise en charge personnalisée et orientée vers une statique sagittale cohérente avec son anatomie pelvienne.

2. MATERIEL ET METHODE

2.1. Population

La population étudiée se compose de :

- de 30 patients venant au CMPRE de Flavigny sur Moselle en consultation externe présentant des déformations rachidiennes (dans le plan sagittal ou frontal), à qui une radiographie de profil avait été prescrite dans le cadre de leur prise en charge.

- de 29 volontaires.

Cette population totale est donc représentative d'une patientelle kinésithérapique.

Toutefois nous excluons de la population d'étude les cas suivants :

- ⇒ anomalies de la charnière lombo-sacrée (lombalisation sacrée, sacralisation de L5, spondylolisthésis)
- ⇒ maladies neuro-musculaires
- ⇒ pathologie de la hanche

Nous diviserons cette population en deux groupes :

- population « saine » : personnes ne possédant aucune déformation rachidienne dans le plan frontal. Nous incluons dans cette population les personnes possédant des déformations dans le plan sagittal (n'ayant aucune influence sur l'anatomie pelvienne)

- population « scoliotique » : personnes possédant une déviation rachidienne dans le plan frontal : attitude scoliotique, scoliose lombaire, scoliose thoraco-lombaire, scoliose thoracique, scoliose mixte.

2.2. Matériel expérimental

- Pour que la comparaison entre la radiographie et la mesure clinique mais aussi entre les différentes personnes (étude comparative dans une population) soit possible et dans un but de reproductibilité, le sujet doit avoir une même rotation de hanche pour ces deux mesures. Pour ceci nous imposons à tous une rotation du pied de 15° (fig. 2)



Figure 2 : planche imposant l'orientation des pieds

- Nous avons besoin d'un outil confectionné pour notre étude. Nous l'appellerons : « inclinomètre » (fig. 3 et 4). Il s'agit d'un gibbonètre sur lequel nous avons posé un niveau à bulle ainsi qu'un rippstein. Le niveau à bulle permettra de positionner les branches de l'outil dans le plan horizontal, et le rippstein nous permettra de mesurer les différents angles choisis par rapport à l'horizontale.

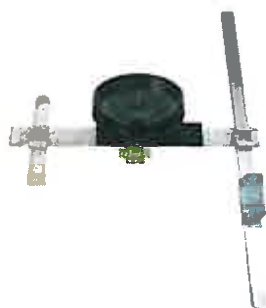


Figure 3 : notre inclinomètre



Figure 4 : mesure de l'angle 1

- la manipulatrice radiologique doit être disponible pour réaliser des clichés de profil standards.

2.3. Méthode

2.3.1. Mesures cliniques

Les mesures cliniques sont toujours effectuées par le même opérateur.

INSTALLATION DU SUJET (fig. 5) :

- en sous-vêtement
- debout sur la plaque imposant un placement du pied avec 15° de rotation par rapport à l'axe sagittal
- les bras en antépulsion inférieure à 45° de façon identique à la position utilisée pour réaliser la radiographie.
- le regard droit devant soi
- avec un relâchement optimal



Figure 5 : installation de notre sujet pour réaliser nos mesures cliniques

REPERAGE ANATOMIQUE DE :

Ne pouvant accéder à la palpation des points anatomiques permettant de calculer l'incidence pelvienne (c'est à dire : moitié du plateau sacré, sa perpendiculaire ainsi que le centre de la tête fémorale), nous choisissons des repères cliniques pelviens accessibles à la palpation :

- Epine Iliaque Antéro-Supérieure (EIAS) droite et gauche
- Epine Iliaque Postéro-Supérieure (EIPS) droite et gauche
- Moitié du bord supérieur des grands trochanters
- Bord postérieur du sacrum

PRISE DE MESURES DES PARAMETRES CLINIQUES

Nous effectuerons les mesures à droite et à gauche et nous ferons la moyenne des deux valeurs.

- **angle 1** : angle entre la ligne EIPS-EIAS et l'horizontale. (fig. 6)
- **angle 2** : angle entre la ligne EIPS-GT et l'horizontale. (fig. 6)

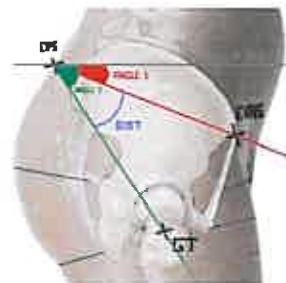


Figure 6 : angle 1, angle 2 et angle EIST

la base de l'image (sans les angles) est tirée de « Massothérapie » (2)

Les angles 1 et 2 seront mesurés à l'aide de l'inclinomètre (fig. 4).

Dans notre réflexion, l'angle 1 permet d'évaluer la première ligne dans le calcul de l'incidence pelvienne (la perpendiculaire au milieu du plateau sacré) (fig.7), et l'angle 2, la seconde ligne (joignant le milieu du plateau sacré et le milieu des têtes fémorales). (fig. 8)

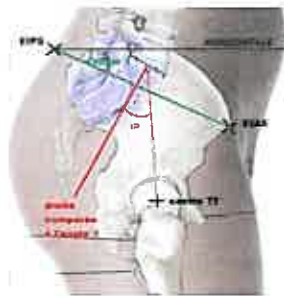


Figure 7 : angle 1 et droite perpendiculaire au milieu du plateau sacré, permettant le calcul de l'IP (2)

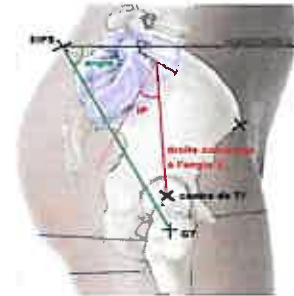


Figure 8 : angle 2 et la 2^{ème} droite servant au calcul de IP (2)

Grâce à la mesure de ces deux angles nous pourrons calculer notre angle clinique que l'on comparera à l'incidence pelvienne (IP).

Nous l'appellerons EIST (fig. 6). C'est l'angle entre les lignes (EIPS-EIAS) et (EIPS-GT)

Ainsi, $EIST = \text{angle } 2 - \text{angle } 1$

- **IS** : inclinaison du sacrum : angle entre la face postérieure du sacrum et l'horizontale, mesuré à l'aide d'un rippstein. (fig. 9)



Figure 9 : inclinaison du sacrum (IS)

2.3.2. Mesures radiologiques

Il sera réalisé un cliché radiographique de profil.

Installation de la personne testée :

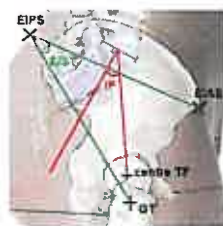
Elle sera installée comme pour les radiographies standards par la manipulatrice radiologique, avec l'orientation des pieds imposée par notre planche (fig. 2). Cette installation sera contrôlée avant chaque prise de cliché par une mesure clinique de l'angle 1 (fig. 4) pour s'assurer que l'orientation pelvienne dans le plan sagittal est la même pour les mesures cliniques et radiologiques.

Paramètres radiologiques mesurés :

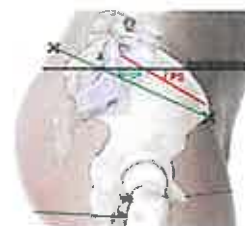
Incidence Pelvienne, Pente sacrée, version pelvienne (annexe II)

2.3.3. Couples de paramètres analysés

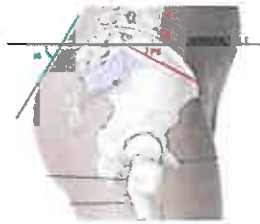
Incidence Pelvienne / EIST :



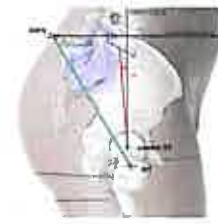
Pente Sacrée / angle 1 :



Pente Sacrée / Inclinaison du Sacrum :



Version Pelvienne / angle 2 :



2.3.4. Protocole statistique

Nous réaliserons une étude statistique de corrélation entre un angle clinique et un angle radiologique. Elle consiste à étudier s'il existe une dépendance dans l'évolution de ces deux types de paramètre.

L'intensité de la relation de dépendance est définie par le coefficient de corrélation (r) : plus sa valeur absolue est proche de 1, plus les deux paramètres seront corrélés. La corrélation est positive quand les deux variables évoluent dans le même sens et négative quand elles évoluent dans un sens opposé.

La corrélation sera testée par le test du coefficient de corrélation qui sera significatif lorsque le seuil de significativité (p) sera inférieur au risque de 1^{ère} espèce « alpha » fixé à 5% (0,05)

3. RESULTATS

3.1. analyse descriptive de l'échantillon

La description de notre population est contenue dans un tableau (annexe VII)

3.2. étude statistique de corrélation

Tableau I :

nb : nombre de sujets étudiés

r : coefficient de corrélation

p : indice de précision (+++ : < 0,001 ; ++ : < 0,01 ; + : < 0,05 ; NS : > 0,05)

Paramètres à corréler	Population Totale				Population Saine				Population Scoliotique			
	nb	R	p		nb	r	P		Nb	r	P	
PS / IS	53	-0,47	0,0003	+++	27	-0,19	0,33	NS	26	-0,67	-0,0002	+++
PS / angle 1	54	0,22	0,12	NS	28	-0,06	0,74	NS	26	0,4	0,04	+
IP / EIST	57	-0,14	0,32	NS	28	-0,14	0,46	NS	29	-0,14	0,48	NS
VP / angle 2	53	-0,13	0,37	NS	28	-0,27	0,16	NS	26	0,25	0,21	NS

Notre étude statistique nous indique qu'il n'existe aucune relation de dépendance entre l'évolution de l'incidence pelvienne et celle de notre angle clinique EIST. Par contre nous obtenons une corrélation nette, c'est à dire très significative, entre l'angle radiologique pente

sacrée (PS) et l'angle clinique Inclinaison du sacrum (IS) ($r = - 0,47$ et $p = 0,0003$). Ainsi quand PS augmente, IS diminue inversement proportionnellement. (annexe VII)

Nous observons également qu'aucune corrélation n'est significative au sein de notre population saine (sans déformation rachidienne dans le plan frontal). Par contre, les coefficients de corrélations les plus forts et les plus significatifs se situent dans la population scoliotique, population pour laquelle nous obtenons également une corrélation ($r = 0,4$ et $p = 0,04$) entre la Pente Sacrée et l'angle 1 (pente de la ligne joignant EIAS et EIPS). Or ces deux paramètres n'étant pas corrélés pour l'autre partie de la population, nous estimerons que cette faible corrélation est inexploitable. D'ailleurs cette corrélation n'est que faiblement significative ($p=0,04$)

4. DISCUSSION

L'incidence pelvienne détermine l'orientation sagittale du plateau sacré par rapport à l'implantation des cotyles sur les iliaques. Ainsi elle dépend de deux pièces osseuses : l'iliaque et le sacrum. Intercalées entre ces deux os, nous trouvons les articulations sacro-iliaques, dont la mobilité est considérée négligeable, rendant l'incidence pelvienne invariant (10).

Notre angle clinique EIST est mesuré à partir de deux repères se situant sur l'os iliaque et un repère au niveau du grand trochanter. Ainsi, son calcul diffère du calcul de l'incidence pelvienne sur deux points : il ne tient pas compte de la position du sacrum et il interpose la

coxo-fémorale. Ces deux raisons peuvent donc expliquer la non-obtention de corrélation significative entre ces deux mesures.

Intéressons-nous dans un premier temps à la première variable existant entre l'incidence pelvienne et notre angle clinique EIST : la position du sacrum.

Dans notre protocole nous avons choisi l'angle 1 pour évaluer la ligne perpendiculaire au milieu du plateau sacré (cette ligne sert au calcul de l'incidence pelvienne IP) (fig. 10).



Figure 10 : angle 1, IP et PS

Géométriquement, l'inclinaison spatiale de cette ligne équivaut au calcul de la pente sacrée (PS) auquel nous ajoutons 90 (fig.10). Or notre étude statistique n'a pas établi de relation significative entre l'angle 1 et la pente sacrée. Ainsi, l'orientation spatiale des iliaques (quantifiée par l'angle 1) n'est pas représentative de la pente sacrée. L'angle 1 ne sera donc pas à utiliser dans le calcul d'un futur angle clinique.

Toutefois, parmi nos résultats, nous avons observé qu'il existe une relation entre le paramètre clinique « inclinaison du sacrum » (IS) et la pente sacrée (PS) ($r = -0,47$ et $p = 0,0003$) (fig. 11).

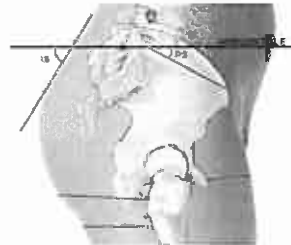


Figure 11 : inclinaison du sacrum (IS) et pente sacrée (PS)

Certes, son coefficient de corrélation est faible, cependant, la significativité de cette corrélation ($p=0,004$) est le témoin d'une harmonie des valeurs qu'on ne peut pas attribuer au hasard. Ainsi la quantification clinique de l'Inclinaison du Sacrum dans le plan sagittal (IS), permet de nous informer de l'importance de la pente sacrée (PS).

Le calcul de cet angle serait donc intéressant à prendre en compte pour améliorer notre angle clinique. Effectivement nous pourrions utiliser l'inclinaison du sacrum (IS) pour évaluer la 1^{ère} ligne délimitant l'incidence pelvienne (perpendiculaire au milieu du plateau sacré) (fig.12). Ainsi, notre angle clinique tiendrait compte de l'orientation spatiale du sacrum ce qui, rappelons-le, était une donnée manquante quant au calcul de notre premier angle clinique (EIST).

Nous pourrions nommer ce nouvel angle clinique : ISGT (fig. 13). Ce serait l'angle délimité par la face postérieure du sacrum (IS) et la droite (EIPS-GT).

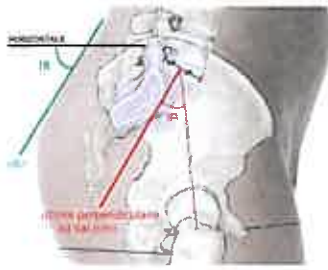


Figure 12 : Inclinaison du sacrum
et droite perpendiculaire au plateau
sacré

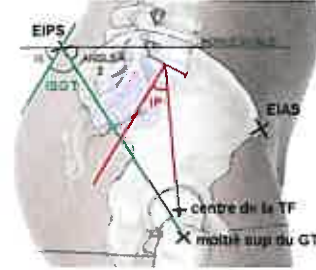


Figure 13 : ISGT : angle clinique à
comparer à l'incidence pelvienne (IP)

ISGT est lié à nos 2 angles cliniques IS et angle 2 par une construction géométrique simple : $ISGT = (90-IS) + (90-angle\ 2)$, il nous est donc possible de réaliser une étude de corrélation statistique entre ISGT et IP. Nous obtenons une corrélation faible mais significative entre ces deux paramètres (dans la population totale : $r = 0,29$ avec $p = 0,03$ pour 55 sujets testés).

Ainsi, ce coefficient et sa significativité nous indique qu'il existe une corrélation entre ces deux paramètres (quand IP augmente, ISGT augmente). Toutefois, son coefficient étant faible, cette corrélation n'est donc que peu fiable, ne permettant pas d'établir un diagnostic kinésithérapique lors d'un bilan de la statique sagittale rachidienne.

Notre nouvel angle clinique (ISGT) est certes plus juste que le précédent (EIST) mais il sera cependant nécessaire de l'améliorer pour le rendre utilisable.

Approfondissons maintenant la deuxième variable existant entre IP et nos deux angles cliniques (EIST et ISGT) : notre repère trochantérien qui implique que notre angle interpose la coxo-fémorale.

Ainsi, un des facteurs altérant nos résultats proviendrait du repère trochantérien (GT). Effectivement, ce repère est éloigné du centre de la tête fémorale dans le plan horizontal. Donc sa position dans le plan sagittal est influencée par l'orientation du col fémoral dans le plan horizontal, elle-même dépendante de la rotation du membre inférieur lors de l'examen mais aussi de l'angle d'antéversion de ce col.

Effectivement, l'antéversion du col fémoral chez l'adulte est très variable suivant les individus. Des anthropologues ont constaté « qu'elle répondait à une certaine adaptation fonctionnelle » (6). Sa valeur moyenne est de 15° chez l'adulte et peut varier de plus ou moins 10° (1)

Ainsi, l'angle d'antéversion du col fémoral peut influencer l'angle de rotation spontanée de la coxo-fémorale pour assurer une couverture correcte de la tête fémorale dans le cotyle. Ces paramètres sont donc susceptibles de modifier de façon aléatoire la précision de positionnement du grand trochanter par rapport au cotyle.

Pour prendre nos mesures, nous avons contraint le membre inférieur en rotation externe de 15° à partir de l'axe du pied. Ainsi l'ensemble du membre est concerné par cette contrainte de rotation.

Intéressons-nous donc à la torsion tibiale externe. Celle-ci atteint 25 à 30° chez l'adulte avec une variation considérée comme physiologique de plus ou moins 15° (14).

L'importance quantitative de ces deux types de torsions (tibiale et fémorale), vraisemblablement variable d'un individu à l'autre, serait dépendante de la croissance et

s'organiserait pour permettre une meilleure couverture possible de la tête fémorale par le cotyle ainsi qu'un angle de pas correct (orientation du pied vers l'extérieur).

Dans notre étude, en contraignant le pied à une rotation externe de 15°, nous avons induit une rotation supplémentaire à l'adaptation physiologique en torsion du membre inférieur de l'individu testé.

Le positionnement sagittal de notre repère trochantérien par rapport au centre de la tête fémorale dépend donc de l'adaptation de chacun entre : antéversion fémorale, torsion tibiale externe et rotation articulaire nécessaire pour placer le pied à 15° de rotation externe. Ainsi, beaucoup de facteurs influencent le positionnement du repère clinique trochantérien, le rendant vecteur d'erreur au sein de notre étude.

Néanmoins d'après Kapandji (6), l'axe de la tibio-tarsienne est à peu près dans la même direction que l'axe du col fémoral. Cette théorie a été reprise plus récemment par le Docteur HISPA Jean Pierre, médecin radiologue, qui constate également que le col fémoral serait superposable et parallèle à l'axe bimalléolaire.

Ainsi, dans le cadre de travaux ultérieurs, il serait judicieux de placer le pied en rotation de telle sorte que l'axe bimalléolaire soit strictement frontal. Cette position de référence permettrait d'homogénéiser au sein de notre population la position du grand trochanter par rapport au cotyle.

Ainsi, ultérieurement, il serait intéressant de réaliser une étude statistique de corrélation entre notre second angle clinique (ISGT) et l'incidence pelvienne (IP) avec une position de référence positionnant le repère trochantérien et le centre de la tête fémorale dans un même plan frontal.

Maintenant, il est important d'analyser les différences significatives que nous obtenons entre nos deux types de population (saine et scoliotique).

Effectivement, les corrélations les plus fortes se trouvent au sein de la population présentant une déformation rachidienne dans le plan frontal. Il a été démontré (12) que les sujets scoliotiques présentaient une asymétrie pelvienne ainsi qu'une asymétrie du paramètre Incidence Pelvienne entre l'hémibassin droit et le gauche. Néanmoins, dans des études antérieures à celle-ci (12), l'incidence pelvienne n'avait pas été observée différente entre les sujets scoliotiques et normaux quand on y calculait la moyenne entre incidence pelvienne droite et gauche. Ainsi nos résultats ne peuvent pas s'expliquer par cette caractéristique de notre population scoliotique car nous avons pris en compte la moyenne entre la droite et la gauche.

Remarquons toutefois que ce groupe de personnes présente une moyenne d'âge inférieure à celle de la population globale et largement inférieure à la population « saine ». De plus la valeur de l'indice de masse corporelle (IMC) est la moins élevée dans ce groupe et la plus élevée dans le groupe dit « sain ». Ainsi nous pourrions penser que nos résultats seraient dépendants du facteur IMC ou du facteur âge.

Tableau II : Rappel des caractéristiques de notre population :

	âge moyen	IMC moyen
Population totale	18,9	20,2
Population saine	21,7	21,2
Population scoliotique	16	19,1

Effectivement, plus l'individu possède un IMC élevé, plus il possède de masses molles. Ainsi, nous pourrions penser que la recherche palpatoire de nos repères anatomiques serait moins précise sur des individus à IMC plus élevé. Ceci pourrait donc être une des explications de la non-obtention de corrélations fiables. De plus, il est important de préciser

qu'à l'origine de toutes nos mesures se trouve le repérage anatomique. Or, d'une mesure à une autre ou également d'un praticien à un autre, il peut exister des imprécisions, à la différence de la mesure radiologique qui, elle, est une mesure plus reproductible d'un opérateur à un autre.

Notre étude présente certes certaines limites protocolaires (choix des repères anatomiques cliniques, de la position d'examen) qu'il serait donc intéressant de prendre en compte pour une éventuelle poursuite de notre travail.

5. CONCLUSION

« L'incidence pelvienne joue un rôle primordial dans le déterminisme des courbures sagittales du rachis » (9) Ainsi, le clinicien ne peut plus faire l'économie de cette référence anatomique qu'est l'INCIDENCE PELVIENNE lors de l'évaluation de la statique rachidienne sagittale en position debout. Effectivement, comparativement à l'analyse radiologique, le clinicien devrait pouvoir comparer ses mesures quantifiant les courbures sagittales (flèches sagittales) à des références liées statistiquement à un paramètre clinique constant corrélé à l'incidence pelvienne. La recherche de ce paramètre clinique représentait l'objectif de notre travail.

L'aboutissement de cette étude statistique est la découverte d'une corrélation entre l'inclinaison du sacrum (mesuré cliniquement à partir de sa face postérieure) et la Pente Sacrée (paramètre pelvien positionnel radiologique représentatif d'une droite limitant l'angle incidence pelvienne). Son coefficient de corrélation ($r = - 0,47$) est faible mais très significatif ($p=0,0003$). Un travail ultérieur essayant d'obtenir une corrélation entre notre second angle clinique (ISGT) et l'incidence pelvienne (IP), en gommant l'incertitude liée au positionnement de notre repère trochantérien, permettrait, nous l'espérons, d'aboutir au diagnostic clinique de l'incidence pelvienne (IP). Pour clôturer cette étude, rappelons toutefois, que ce bilan rachidien quantitatif ne peut se suffire à lui-même, il doit être confronté à un bilan qualitatif s'intéressant à la topographie et à la qualité des courbures rachidiennes.

Précisons tout de même, que la littérature ébauche de nouvelles théories plaçant « la vertèbre pelvienne comme clef de voûte de la chaîne articulaire spino-pédieuse où le rachis serait le premier maillon de la chaîne» (9). Ainsi l'anatomie du pelvis (incidence pelvienne) a certes, une influence au niveau rachidien, mais elle aurait également un retentissement au niveau des membres inférieurs. Ainsi, l'utilisation et la détermination de l'incidence pelvienne par les cliniciens, permettraient d'améliorer leur diagnostic kinésithérapique rachidien, pelvien mais également peut-être à plus ou moins long terme sous-pelvien.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

1. BUSSON J., MORVAN G. – Etude radiologique des déviations des membres inférieurs. – Déviation axiales des membres inférieurs. Du normal au pathologique, 12^{ème} journée de la Pitié Salpêtrière – Sauramps médical, 2006. – p. 11-15.

2. CLAY J.H., POUNDS D.M. – Massothérapie clinique. – Edition Maloine, 2003. – 403p.

3. DUFOUR M. – Anatomie de l'appareil locomoteur, Tome 1. – Paris : Masson, 2001. – 479 p.

4. DUFOUR M. – Anatomie de l'appareil locomoteur, Tome 3. – Paris : Masson, 2002. – 369 p.

5. DUVAL-BEAUPERE G., SCHMIDT C., COSSON P.H. – A barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis – The annals of Biomedical Engeneering, 1992; 20 : 451-462

6. KAPANDJI I. A. – Physiologie articulaire : schéma commentés de mécanique humaine, fascicule II : membre inférieur. – Librairie Maloine S.A., 1975. – 255p.

7. **KAPANDJI I. A.** – Physiologie articulaire : schéma commentés de mécanique humaine, fascicule III : tronc et rachis. – Librairie Maloine S.A., 1975. – 255p.

8. **KHIAMI F., CATONNE Y., LAZENNEC J-L.** – Le complexe spino-pelvi-fémoral et la mécanique des membres inférieurs - **LAZENNEC JY.** – Le complexe lombo-pelvien. De l'anatomie à la pathologie. 11^{ème} journée de traumatologie de la Pitié Salpêtrière. - Sauramps médical, 2005. – p. 221-231

9. **LAZENNEC JY.** – Le complexe lombo-pelvien. De l'anatomie à la pathologie. 11^{ème} journée de traumatologie de la Pitié Salpêtrière. - Sauramps médical, 2005

10. **LEGAY J., DUVAL-BEAUPERE G., HECQUET J., MARTY C.** – Pelvic incidence : a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. – Eur spine J, 1998, 7, p. 99-103.

11. **LEGAY J., HECQUET J., MARTY C., DUVAL-BEAUPERE G.** – Equilibre sagittal du Rachis. Relation entre bassin et courbures rachidiennes sagittales en position debout – RACHIS, 1993, vol. 5, n°5, p. 215-226.

12. **LEGAY J., JACQMIN N.** – L'asymétrie pelvienne des sujets scoliotiques – RACHIS, 1998, vol. 10, n°2, p. 83-88.

13. LEGAYE J., SANTIN J. J., HECQUET J., MARTY G., DUVAL-BEAUPERE G. – Bras de levier de la pesanteur supportée par les vertèbres lombaires – RACHIS, 1993, vol. 5, n°1, p. 13-20.

14. SOFIA T., THIONGO M., CATONNE Y. – Ostéotomies de dérotation tibiale. - Déviation axiales des membres inférieurs. Du normal au pathologique, 12^{ème} journée de la Pitié Salpêtrière – Sauramps médical, 2006. – p. 205-212 ;

15. TASSIN J.L. – Equilibre sagittal du rachis. – DUPARC J. – Conférence d'enseignement 2004. – Paris : Elsevier, 2004. – p 241-269. – Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, 85.

ANNEXES

ANNEXE I

LES DEFINITIONS (15)

Paramètre positionnel :

C'est un angle ou une distance mesuré sur le rachis, le bassin ou les hanches, qui varie en fonction de la position du sujet.

Paramètre anatomique :

Il s'agit d'un angle qui caractérise la morphologie du squelette. Il est invariable.

Paramètres positionnels rachidiens :

- **cyphose thoracique** : angle mesuré entre les vertèbres les plus inclinées sur l'horizontale. Cette courbure est à convexité postérieure Sa valeur moyenne est de 34 à 47° (écart-type de 9 à 13°)

- **lordose lombaire** : angle mesuré entre la vertèbre transitionnelle (la plus inclinée sur l'horizontale) et le plateau sacré. Cette courbure est à concavité postérieure. Sa moyenne est de 60 à 64° (écart-type de 10 à 13°)

Paramètres positionnels pelviens :

- **Pente sacrée** : angle entre le plateau sacré et l'horizontale [in équilibre sagittal rachis (1993)]. Sa valeur moyenne est comprise entre 39 à 42° (écart type de 8 à 9°)

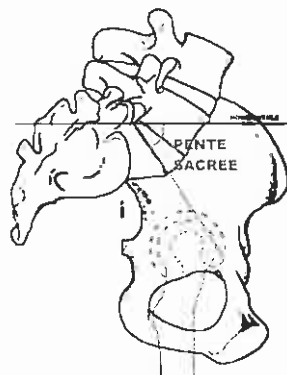


Figure 14 : pente sacrée, base du schéma tiré du livre de J.Y. LAZENNEC (9)

- **Version pelvienne** : angle mesuré entre la verticale et l'axe du bassin joignant le milieu de l'axe bicotyloïdien et le milieu du plateau sacré. Cet angle représente l'obliquité normale de l'axe du bassin dans le plan sagittal en position debout. Les termes « antéversion » ou « rétroversion » du bassin doivent être réservés pour décrire un mouvement de bassin ou un positionnement anormal du bassin consécutif à une anomalie de la hanche ou du rachis. Sa moyenne est de 12° (écart-type 6°)

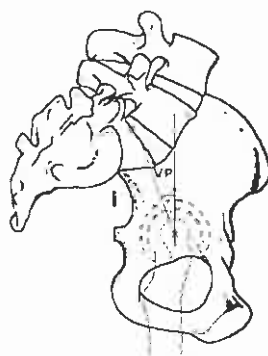


Figure 15 : version pelvienne

Paramètre anatomique pelvien :

- incidence pelvienne :

C'est un paramètre anatomique, propre à chaque individu et indépendant de l'orientation spatiale du pelvis : il est invariable car la mobilité des sacro-iliaques est négligeable.

L'incidence pelvienne est mesurée grâce à une radiographie de profil entre deux droites : la perpendiculaire au milieu du plateau sacré, et la droite reliant le milieu du plateau sacré au centre de l'axe bi-coxo-fémoral.

Sa valeur moyenne est évaluée entre 50 et 55° (écart type de 11°)

L'incidence pelvienne est liée à deux paramètres positionnels (PS et à la VP) par une construction géométrique simple : $IP = PS + VP$.



Figure 16 : incidence pelvienne

Le barycentremètre :

Scanner à rayons gamma, qui balaye le corps du vertex jusqu'aux articulations coxo-fémorales, par tranches successives de 1 cm. Il fournit le poids de chacune de ces tranches et le point d'application de celui-ci.

Par la suite, un logiciel de J. HECQUET permet de visualiser les rapports anatomiques des centres de gravité sur une représentation tridimensionnelle du rachis et, entre autres, la ligne d'action de la force de pesanteur supportée par les têtes fémorales en regard de l'axe bi-coxo-fémoral.

ANNEXE II

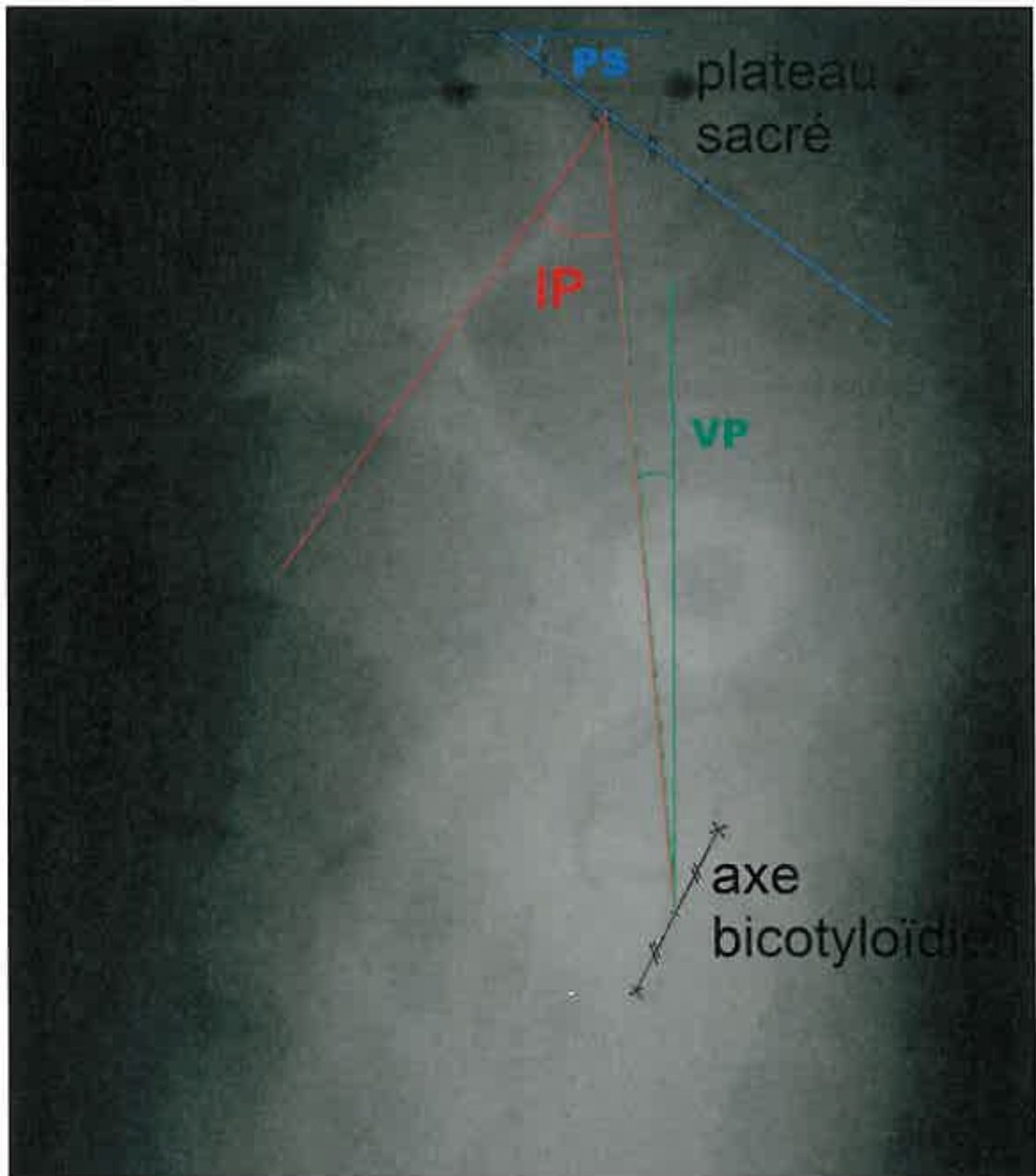


Figure 17 : radiographie de profil avec mesure des différents paramètres pelviens et rachidiens

ANNEXE III

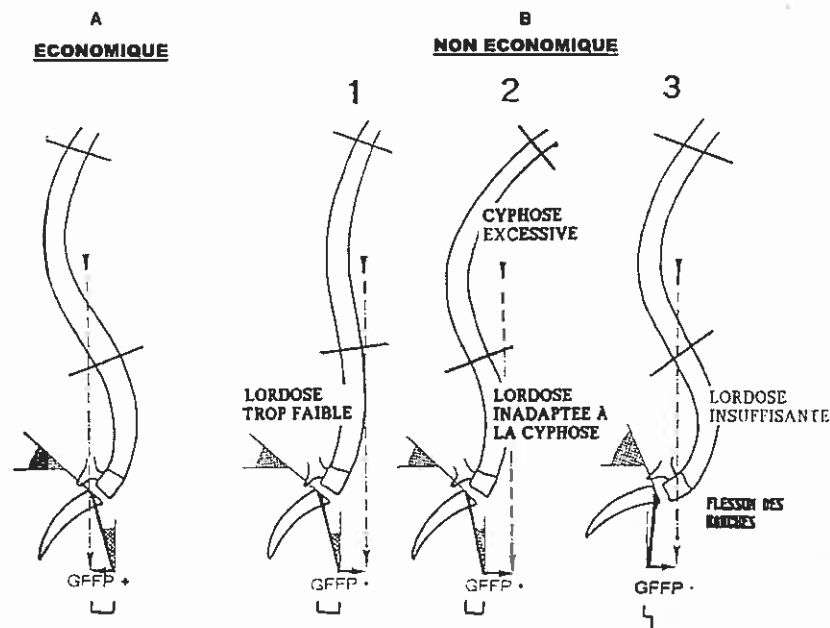


Figure 18 : Exemple d'équilibre pelvien et rachidiens économique et non économique schéma tiré de l'article de LEGAY J., HECQUET J., MARTY C., DUVAL-BEAUPERE G. (11)

Légende :

Paramètre GFFP : distance en mm entre l'axe bi-cox-fémoral et la projection à ce niveau de la ligne d'action de la pesanteur du segment corporel supporté par les têtes fémorales

- GFFP est positive quand le centre de gravité est postérieur aux coxo-fémorales
- GFFP est négative quand le centre de gravité est antérieur aux coxo-fémorales

Explication des 3 situations non-économiques : (11)

1. lordose lombaire trop faible par rapport aux paramètres pelviens
2. cyphose non réductible excessive insuffisamment compensée par la lordose lombaire
3. version pelvienne négative (en relation avec un flessum de hanche) insuffisamment compensée par les courbures rachidiennes.

ANNEXE IV

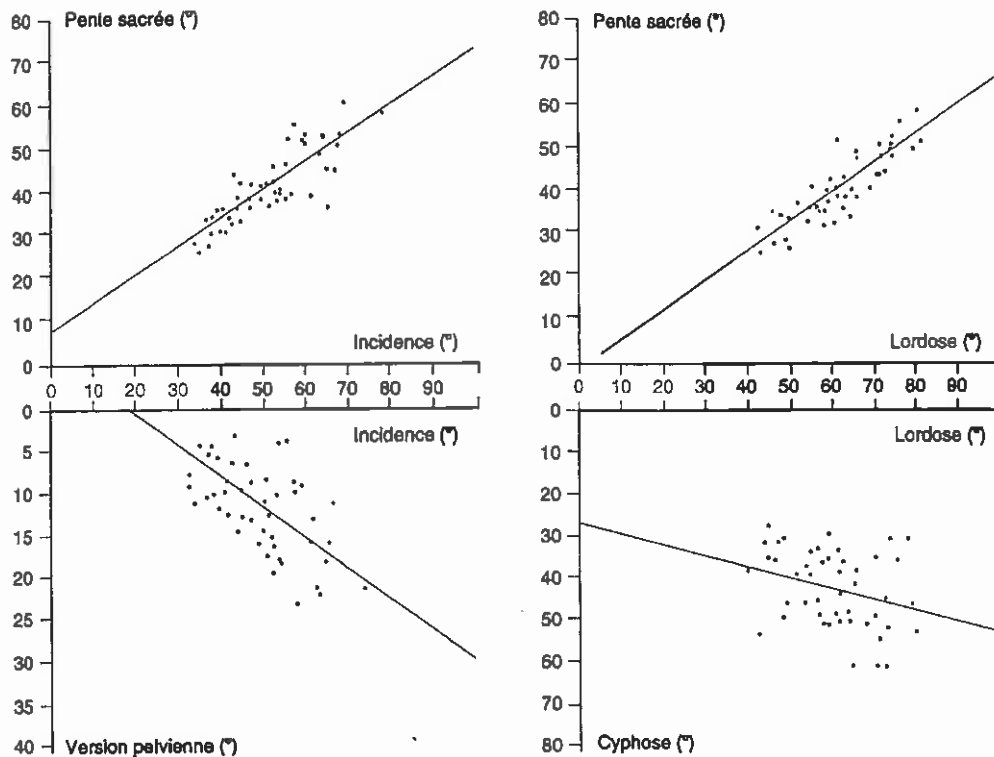


Figure 19 : nuages de points et droites de régression entre les paramètres anatomiques et positionnels, tirés de l'article de JL. TASSIN (15)

Les coefficients de corrélation sont :

- entre pente sacrée et incidence pelvienne : 0,84
- entre version pelvienne et incidence pelvienne : $r = 0,54$
- entre pente sacrée et lordose lombaire : 0,86
- entre lordose lombaire et cyphose thoracique : $r = 0,34$

Remarquons sur les graphiques que plus le coefficient de corrélation est fort (c'est à dire proche de 1 en valeur absolue) plus les points sont rapprochés de la droite de régression.

ANNEXE V

SAGITTALOMETRE

SAGITTALOMETRE (Dr D. FORT et J.L. TASSIN)

Tableau de correspondance des paramètres sagittaux (en °)

Établi à partir de la chaîne de corrélation des paramètres entre eux

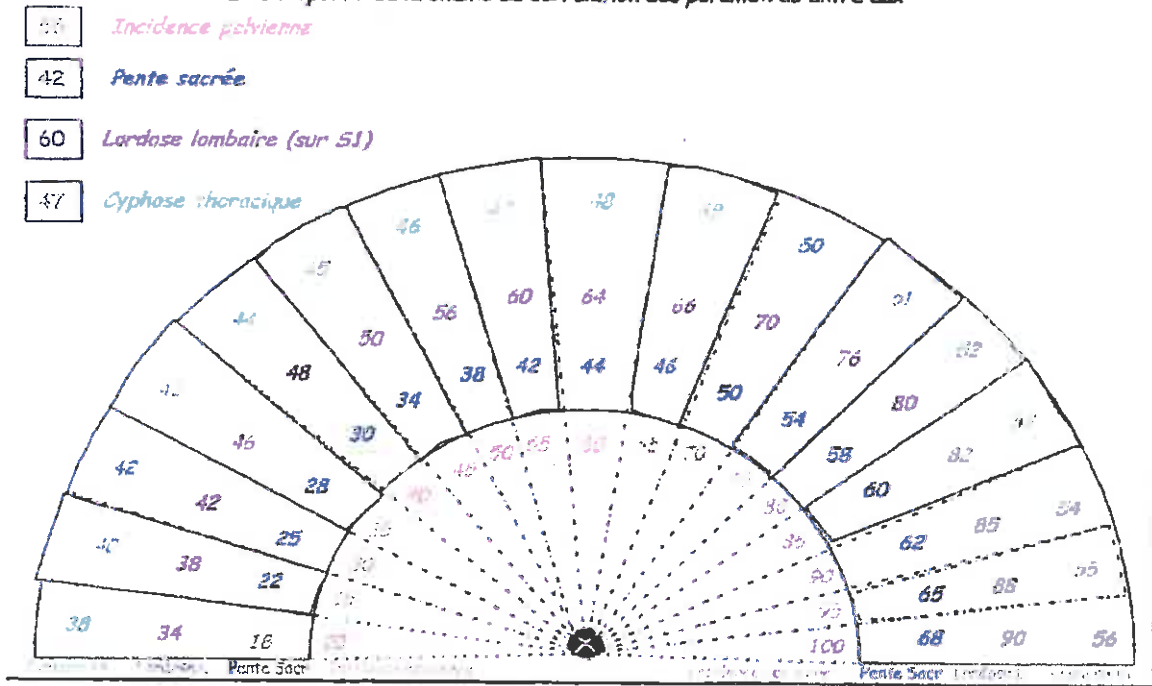


Figure 20 : relations entre Incidence Pelvienne, Pente Sacrée, Lordose Lombaire et Cyphose Thoracique.

ANNEXE VI

LA BASE DE DONNEES

Tableau III : base de données

Légende :

No : numéro d'anonymat

So : social : P = patient, E = étudiant, K = kinésithérapeute, A = autres

CP : codage de la pathologie : 0 : aucune pathologie rachidienne ; 1 : déformation rachidienne dans le plan sagittal ; 2 : attitude scoliotique ; 3 : scoliose lombaire (courbure double, courbure lombaire pure ou thoraco-lombaire) ; 4 : scoliose thoracique

IMC : Indice de Masse Corporelle

a1g : angle 1 mesuré à gauche ; **a1d** : angle 1 mesuré à droite ; **a1** : moyenne a1g et a1d

a2g : angle 2 mesuré à gauche ; **a2d** : angle 2 mesuré à droite ; **a2** : moyenne a2g et a2d

IS : inclinaison du sacrum

EIST : angle entre les lignes (EIPS-EIAS) et (EIPS-GT)

IP : incidence pelvienne

PS : pente sacrée

VP : version pelvienne

num	age	sexe	so	CP	poids	taille	IMC	a1g	a1d	a1	a2g	a2d	a2	IS	EIST	IP	PS	VP
1	16	F	P	2	52,5	1,64	19,5	12	10	11	42	40	41	68	30	30	24	-2
2	17	F	P	3	49	1,76	15,8	13	14	13,5	42	46	44	70	30,5	41	37	4
4	20	F	E	0	63	1,7	21,8	13	13	13	45	46	45,5	72	32,5	42	30	12
6	23	F	E	0	60	1,52	26								42,5	37	31	6
7	23	F	E	0	51	1,52	22	10	11	10,5	48	46	47	70	36,5	49	45	4
8	23	H	E	0	73	1,83	21,8	14	14	14	48	49	48,5	69	34,5	58	49	9
9	25	F	E	0	58	1,69	20,3	8	8	8				74		57	40	17
10	17	H	P	4	60	1,73	20	6	6	6	46	44	45	70	39	50	47	7
11	15	H	P	1	67	1,9	18,6	12	10	11	58	58	58	71	47	44	35	7
12	23	F	K	0	53	1,62	20,2	5	5	5	38	37	37,5	72	32,5	50	37	12
13	15	H	P	1	58	1,8	17,9	11	12	11,5	53	56	54,5	67	43	40	45	-5
14	15	H	P	2	64	1,75	20,9	11	13	12	43	48	45,5	68	33,5	55	48	7
15	25	F	K	0	68	1,69	23,8	10	10	10	45	45	45	59	35	63	48	15
16	22	F	E	0	70	1,74	23,1	6	7	6,5	35	37	36		29,5	36	29	11
17	30	F	E	0	58	1,65	21,3	13	11	12	42	42	42	66	30	64	50	14
18	22	F	E	0	58	1,65	21,3	13	14	13,5	50	54	52	59	38,5	43	40	3
19	25	H	A	0	65	1,73	21,7	9	9	9	48	47	47,5	68	38,5	30	35	-4
20	22	H	E	0	67	1,73	22,4	5	5	5	45	45	45	71	40	70	53	17
21	16	H	P	4	71	1,7	24,6	7	7	7	46	42	44	69	37	50		
22	10,5	F	P	2	42,5	1,54	18	10	10	10	51	49	50	66	40	42	32	10
23	22	F	P	3	48,6	1,67	17,4	19	15	17	58	54	56	62	39	35		
24	15	H	P	3	51,6	1,75	16,8	5	11	8	56	51	53,5	71	45,5	36		
25	14	H	P	3	51,5	1,65	18,9	14	20	17	48	58	53	59	36	51	48	5

26	14	H	P	1	62,2	1,8	19,2	4	4	4	58	52	55	77	51	32	22	10
27	22	F	P	1	44	1,53	18,8	12	15	13,5	48	54	51	56	37,5	46	44	1
29	14	F	P	3	39	1,54	16,4	0	-1	-0,5	43	40	41,5	84	42	44	22	20
30	25	F	A	3	55	1,71	18,8	14	12	13	45	38	41,5	68	28,5	49	52	1
32	16	F	P	3	52	1,64	19,3	10	10	10	41	40	40,5	72	30,5	43	28	15
33	15	H	P	3	53,4	1,76	17,2	6	5	5,5	56	46	51	77	45,5	36	27	10
35	13	F	P	3	44	1,7	15,2	9	17	13	45	57	51	70	38	32	33	2
36	14	H	P	1	45	1,62	17,1	10	11	10,5	55	54	54,5	63	44	51	40	11
37	13	F	P	3	59	1,65	21,7	11	10	10,5	43	46	44,5	63	34	40	44	-4
38	12	F	P	2	31	1,48	14,2	8	7	7,5	49	48	48,5	69	41	33	23	11
39	8	F	P	2	38	1,24	24,7	10	12	11	50	45	47,5	67	36,5	43	35	8
40	12	F	P	2	45,4	1,59	18	7	5	6	48	47	47,5	67	41,5	43	39	3
42	14	F	P	2	57	1,69	20	12	7	9,5	58	51	54,5	71	45	56	40	16
43	16	F	P	3	53,5	1,7	18,5	9	12	10,5	42	50	46	64	35,5	56	45	10
44	15	H	P	1	65	1,76	21	11	13	12	60	59	59,5	58	47,5	35	43	-7
45	15	F	P	3	59,5	1,58	23,8	15	19	17	55	51	53	54	36	75	55	20
46	14	H	P	1	44	1,62	16,8	4	8	6	48	55	51,5	65	45,5	68	61	5
47	12	F	P	3	42	1,46	19,7	15	16	15,5	45	44	44,5	54	29	48	53	-5
48	27	F	K	2	65	1,79	20,3	8	7	7,5	51	43	47	68	39,5	45	41	4
49	13,5	F	P	2	40,5	1,61	15,6	7	6	6,5	48	46	47	69	40,5	52	37	16
50	23	F	E	0	56	1,65	20,6	15	11	13	50	47	48,5	66	35,5	43	34	8
51	22	H	E	2	60	1,7	20,8	12	10	11	51	45	48	71	37	44	43	1
52	12	F	P	3	37	1,59	14,6	-4	-3	-3,5	43	35	39	78	42,5	43	45	2
53	25	H	A	0	73	1,8	22,5	12	11	11,5	48	46	47	64	35,5	42	37	4
55	29	F	E	0	58	1,71	19,8	15	16	15,5	54	50	52	62	36,5	45	43	2
56	21	F	E	3	55	1,67	19,7	16	16	16	52	52	52	53	36	64	57	8
57	22	F	E	0	43	1,55	17,9	8	8	8	44	44	44	65	36	44	37	8
58	20	H	E	0	74	1,82	22,3	6	4	5	39	38	38,5	78	33,5	70	45	25
59	30	F	E	0	44	1,55	18,3	12	11	11,5	39	40	39,5	59	28	51	47	4
60	22	H	E	0	90	1,87	25,7	5	5	5	49	43	46	71	41	64	46	18
61	26	F	E	0	57	1,68	20,2	14	15	14,5	47	46	46,5	64	32	43	33	11
62	20	F	E	0	51	1,6	20	19	17	18	47	52	49,5	62	31,5	40	37	3
63	21	H	E	0	75	1,68	26,6	14	14	14	49	45	47	56	33	41	37	5
64	20	H	E	2	62	1,72	21	15	14	14,5	46	51	48,5	68	34	46	38	8
65	21	F	E	3	63	1,66	22,9	20	16	18	44	42	43	66	25	49	35	14

ANNEXE VII

LES RESULTATS

Valeurs moyennes, écarts types, valeurs maximales et minimales des différents paramètres pelviens cliniques et radiologiques étudiés

(pour la population totale, la population scoliotique et pour la population saine)

Tableau III : analyse descriptive de nos échantillons

nb : nombre de sujets
my : moyenne des « nb » valeurs
E.T. : écart type
Min. : valeur minimale
Max. : valeur maximale
IMC : indice de masse corporelle
a1 : angle 1

a2 : angle 2
IS : Inclinaison du sacrum
EIST : angle entre les lignes (EIPS-EIAS) et (EIPS-GT)
IP : incidence pelvienne
PS : pente sacrée
VP : version pelvienne

POPULATION TOTALE : 59 cas						POPULATION SAINE : 30 cas					POPULATION SCOLIOTIQUE : 29 cas				
	nb	My	E.T.	Min.	Max.	nb	my	E.T.	Min.	Max.	nb	my	E.T.	Min.	Max.
sexe	22 H (37,3%) ; 37 F					14 H (46,7%) ; 16 F					8 H (27,6%) ; 21 F				
Age	59	18,9	5,3	8	30	30	21,7	2,9	14	30	29	16	4,4	8	25
Poids	59	56,6	12	31	90	30	61,3	12,3	43	90	29	51,8	9,7	31	71
Taille	59	1,67	0,1	1,24	1,9	30	1,7	0,11	1,52	1,9	29	1,64	0,11	1,24	1,79
IMC	59	20,2	2,9	14,2	26,6	30	21,2	2,6	16,8	26,6	29	19,1	2,8	14,2	24,7
Mesures cliniques															
A1	58	10,3	4,4	-3,5	18	29	10,2	3,8	4	18	29	10,3	5,1	-3,5	18
A2	57	47,4	5,2	36	59,5	28	47,7	5,9	36	59,5	29	47,2	4,6	39	56
IS	57	66,9	6,4	53	84	28	66,3	6,1	56	78	29	67,4	6,7	53	84
EIST	58	37,2	5,5	25	51	27	37,6	5,8	28	51	29	36,8	5,3	25	45,5
Mesures radiologiques															
IP	59	47,3	10,7	30	75	30	48,7	11,6	30	70	29	45,9	9,7	30	75
PS	56	40,1	8,9	22	61	30	40,6	8	22	61	26	39,5	9,9	22	57
VP	56	7,8	7	-7	25	30	8,1	7,3	-7	25	26	7,3	6,8	-5	20

Nuages de points et droites de régression entre les paramètres cliniques et les paramètres radiologiques pour lesquels nous avons obtenu une corrélation significative

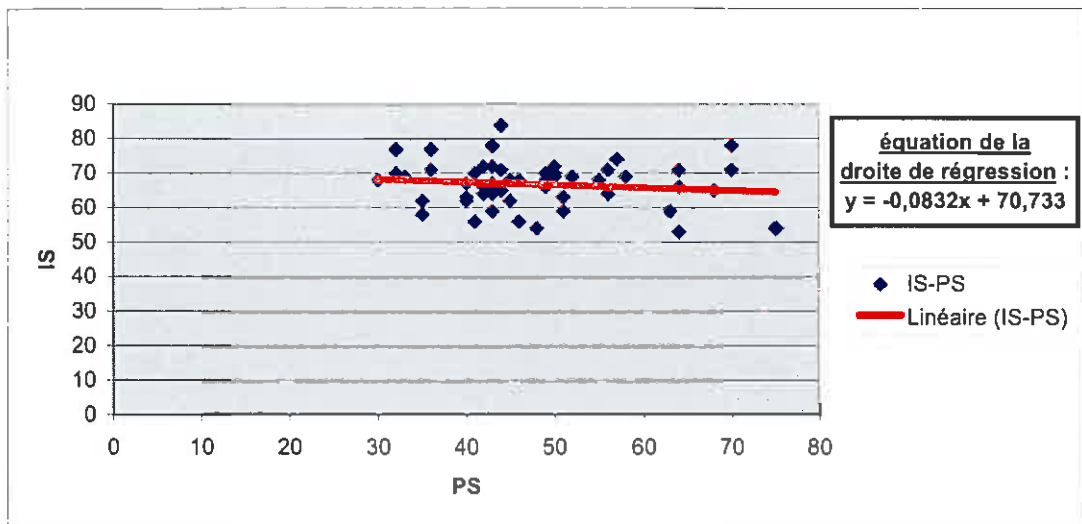


Figure 21 : nuage de point et droite de régression entre notre paramètre clinique : inclinaison du sacrum (IS) et le paramètre radiologique : pente sacrée (PS)

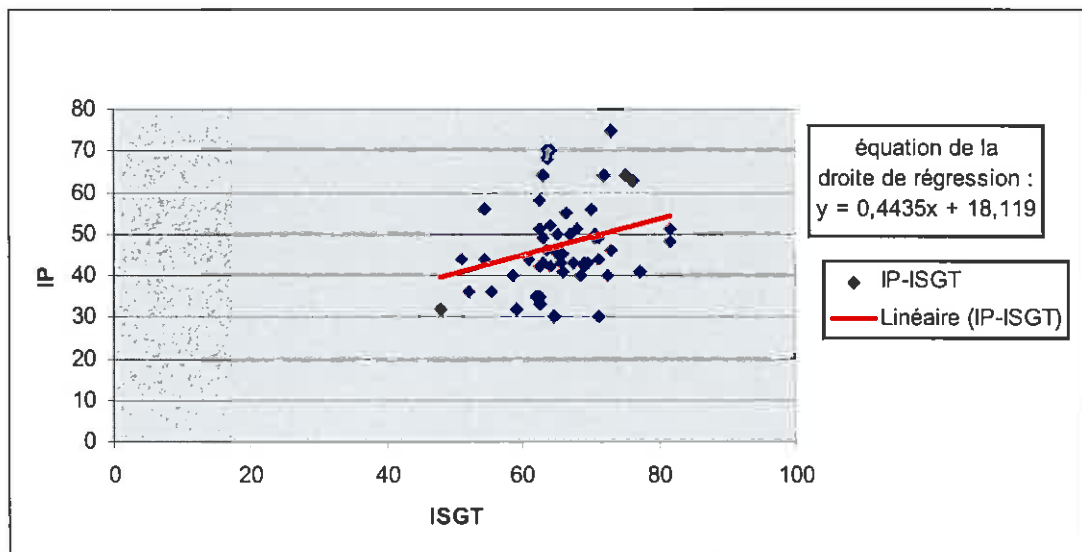


Figure 22 : nuage de point et droite de régression entre notre second angle clinique : ISGT et le paramètre radiologique : incidence pelvienne (IP)