

**Mémoire d'initiation à la recherche et d'ingénierie en Masso-Kinésithérapie  
(Unité d'Enseignement 28)**



**Titre du mémoire : Incontinences urinaires des sportives, étude de  
la relation avec le muscle transverse de l'abdomen.**

**MARTIN Ines**

**Mémoire dirigé par :**

**M. DITCHARLES Sébastien et Mme DE GASQUET Bernadette**

**Résumé :**

Introduction : La majorité des études sur l'incontinence urinaire des sportives se concentrent sur le plancher pelvien. Le transverse de l'abdomen étant un muscle fortement lié au plancher pelvien et aux pressions intra-abdominales, nous avons décidé de s'intéresser à ce dernier dans cette recherche.

Méthode : Des sportives jeunes et nullipares ont été incluses. Le questionnaire ICIQ-SF a permis de séparer les participantes en 2 groupes (incontinences ou contrôle). Une approche EMG a été réalisée pour évaluer le muscle transverse dans différents exercices (gainage, sauts, éducation allongé) et avec différentes consignes (libre, contraction du transverse ou du périnée).

Résultats : Nous avons évalué 10 femmes dans le groupe incontinences et 8 femmes dans le groupe contrôle. L'analyse a montré des différences d'activation du transverse entre les exercices : sauts > gainage > éducation. Il y a aussi des différences d'activation du transverse en fonction de la consigne donnée : transverse > périnée > libre. Enfin, il existe des différences entre les groupes avec une activité augmentée du transverse dans le groupe incontinences en comparaison au groupe contrôle.

Discussion : D'autres études sont nécessaires pour préciser le lien du muscle transverse avec les incontinences en utilisant des groupes de sportives davantage similaires. Aussi, des pistes de prévention et de traitement devraient être envisagées.

## Remerciements :

Tout d'abord, je tiens à remercier mes tuteurs qui m'ont aidé dans ce projet. Mme. DE GASQUET, une femme impressionnante avec une grande connaissance de la thématique abordée. Elle a toujours été très réactive et serviable. M. DITCHARLES, également investi pour ce projet afin de valoriser les points scientifiques. Je vous suis très reconnaissante de votre implication à tous les deux. Ce travail collaboratif a été une expérience très enrichissante.

Je tenais également à exprimer ma gratitude à toutes les participantes de cette étude. En effet je ne m'attendais pas à autant de volontaires sur ce sujet complexe. Cela m'a conforté sur l'importance que ce sujet représente pour les jeunes femmes. Grâce aux participantes, ce projet a répondu à mes attentes et j'espère que cela sera utile à d'autres professionnels de santé ou experts du sport. J'espère que cette expérience sera également utile aux participantes par les conseils donnés.

Ensuite, je tiens à remercier toute ma famille et plus particulièrement mes parents qui m'ont soutenu depuis le début de mes études. Ils m'ont apporté le soutien dont j'avais besoin à chaque fois. Ils sont fiers de moi dans les bons moments et très à l'écoute dans les moments difficiles. Ils me permettent aussi de travailler dans les meilleures conditions pour atteindre mes objectifs et obtenir mon double diplôme je l'espère.

Mes amis du lycée et de l'école de kinésithérapie ont également été d'un soutien important durant ces années. Je tiens particulièrement à remercier HARNOIS Floriane qui a suivi avec moi ce double cursus. Elle a été une très bonne collègue pour travailler par groupe et pour m'accompagner pendant ces 4 années et plus particulièrement les 2 dernières années d'études. C'est une fille qui travaille dur donc je lui souhaite tout le meilleur.

Ce fut aussi un plaisir de parler de ce projet avec de nombreux professionnels ou autres personnes. Tous les conseils ont été utiles. Chacun par son expérience et ses connaissances donne une vision différente de la thématique. Cela a été très intéressant et important pour faire évoluer le projet.

## Avertissement

Ce document est le fruit d'un long travail de formation et d'initiation à la recherche en vue de l'obtention de l'UE 28, Unité d'enseignement intégré à la formation initiale de masseur kinésithérapeute.

L'École Nationale de Kinésithérapie et Rééducation, en tant qu'IFMK, n'est pas garant du contenu de ce mémoire mais le met à la disposition de la communauté scientifique élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [secretariat@enkre.fr](mailto:secretariat@enkre.fr) et [enkre@gth94n.fr](mailto:enkre@gth94n.fr)

## Liens utiles

Code de la propriété intellectuelle. Article L 122.4.

Code de la propriété intellectuelle. Article L 335.2 – L 335.10.

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F23431>

École Nationale de Kinésithérapie et Rééducation

12-14 rue du Val d'Osne 94410 Saint Maurice tel : 01 43 96 64 64

[secretariat@enkre.fr](mailto:secretariat@enkre.fr) et [enkre@gth94n.fr](mailto:enkre@gth94n.fr)

<http://www.hopitaux-saint-maurice.fr/Presentation/2/142>

Déclaration sur l'honneur de non plagiat :

Je soussigné(e), MARTIN Inès

Certifie qu'il s'agit d'un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité. Je certifie, de surcroît, que je n'ai ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément l'origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets.

Conformément à la loi, le non-respect de ces dispositions me rend passible de poursuite devant le conseil de discipline de l'ENKRE et les tribunaux de la République Française. Dans la mesure où je souhaiterais publier, ou inscrire pour un concours, le présent travail, je m'engage à en demander l'autorisation à l'ENKRE qui en est le partenaire.

Fait à Charenton le pont, le 30 avril 2022

Signature :

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martin', with a long horizontal stroke extending to the right.

## Table des matières

<b>I.</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>Cadre théorique.....</b>	<b>3</b>
	<b>1. L'incontinence urinaire .....</b>	<b>3</b>
	a. Définitions.....	3
	b. Prévalence.....	3
	c. Classification des sports.....	4
	d. Impact sur la performance.....	5
	<b>2. Le petit bassin .....</b>	<b>6</b>
	a. Anatomie .....	6
	b. Fonctions.....	10
	c. Facteurs biologiques.....	11
	<b>3. Le transverse de l'abdomen.....</b>	<b>12</b>
	a. Anatomie .....	12
	b. Co-contraction avec le plancher pelvien.....	13
	c. Autres fonctions.....	15
	<b>4. Autres liens anatomiques .....</b>	<b>15</b>
	a. Le diaphragme.....	15
	b. Les muscles fessiers.....	16
	<b>5. Etudes précédentes chez les sportives incontinentes .....</b>	<b>16</b>
	a. Sportives comparées aux non-sportives.....	16
	b. Femmes incontinentes comparées aux continentales.....	18
<b>III.</b>	<b>Problématique et hypothèses.....</b>	<b>20</b>
<b>IV.</b>	<b>Matériels et méthode .....</b>	<b>21</b>
	<b>1. Participantes .....</b>	<b>21</b>
	<b>2. Description de l'expérience.....</b>	<b>22</b>
	a. Entretien et questionnaires.....	22
	b. Réalisation des tests sportifs .....	23
	c. Education à la contraction du transverse et périnée .....	25
	d. Ethique.....	26
	<b>3. Outils de mesure .....</b>	<b>26</b>
	<b>4. Analyse des données.....</b>	<b>28</b>
<b>V.</b>	<b>Résultats .....</b>	<b>29</b>
	<b>1. Participantes .....</b>	<b>29</b>
	<b>2. Gainage .....</b>	<b>31</b>
	<b>3. Sauts.....</b>	<b>34</b>
	<b>4. Education .....</b>	<b>37</b>
	<b>5. Corrélations.....</b>	<b>39</b>
<b>VI.</b>	<b>Discussion.....</b>	<b>41</b>
	<b>1. Interprétation des résultats avec la littérature.....</b>	<b>41</b>
	<b>2. Intérêts pratiques .....</b>	<b>43</b>
	<b>3. Limites et futures recherches .....</b>	<b>45</b>
<b>VII.</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>47</b>
<b>VIII.</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>48</b>
<b>IX.</b>	<b>Annexes .....</b>	<b>55</b>

Liste des tableaux :

Tableau I : *Prévalence d'incontinences urinaires en fonction du sport pratiqué. Synthèse de la méta-analyse de Pires et al (2020).*

Tableau II : *Classification des sports par l'INSEP.*

Tableau III : *Résultats anthropométriques des participantes.*

Tableau IV : *Résultats du test Anova de comparaison des moyennes au gainage libre/transverse/périnée en fonction du groupe INC/CONT.*

Tableau V : *Statistiques descriptives des 3 épreuves de gainage.*

Tableau VI : *Résultats du test T de Student sur échantillons appariés pour les 3 épreuves de gainage.*

Tableau VII : *Résultats statistiques du test T de Student sur échantillons indépendants pour le gainage sur chaque consigne.*

Tableau VIII : *Résultats du test Anova de comparaison des moyennes pour les sauts libre/transverse/périnée en fonction du groupe INC/CONT.*

Tableau IX : *Statistiques descriptives des 3 épreuves de sauts.*

Tableau X : *Résultats du test T de Student sur échantillons appariés pour les 3 épreuves de sauts.*

Tableau XI : *Résultats statistiques du test T de Student sur échantillons indépendants pour les sauts sur chaque consigne.*

Tableau XII : *Statistiques descriptives de l'éducation transverse/périnée.*

Tableau XIII : *Résultats du test T de Student sur échantillons appariés pour comparer l'éducation avec les consignes transverse et périnée.*

Tableau XIV : *Résultats statistiques du test T de Student sur échantillons indépendants pour l'éducation sur chaque consigne.*

Liste des figures :

Figure 1 : Représentation anatomique en 3D du petit bassin.

Figure 2 : Représentation des angles des organes du petit bassin par Yiou et al (2009).

Figure 3 : Schéma du caisson abdominal par Talasz et al (2009).

Figure 4 : Représentation simplifiée du protocole expérimental.

Figure 5 : Placement des électrodes par Pautard et al (2020).

Figure 6 : Diagramme de flux représentant les différentes étapes du recrutement jusqu'à l'analyse des participantes.

Figure 7 : graphique des résultats anthropométriques en 3 parties : age, IMC et heures de sport en min/semaine.

Figure 8 : Graphique de l'activation du transverse sur les 3 épreuves de gainage en fonction du groupe.

Figure 9 : Graphiques de l'activation du transverse en comparant 2 à 2 les consignes données lors du gainage.

Figure 10 : Graphique de comparaison des moyennes d'activation du transverse pour le gainage avec consigne de contraction du transverse en comparant les 2 groupes.

Figure 11 : Graphique de l'activation du transverse sur les 3 épreuves de sauts en fonction du groupe.

Figure 12 : Graphiques de l'activation du transverse en comparant 2 à 2 les consignes données lors des sauts.

Figure 13 : Graphique de comparaison des moyennes d'activation du transverse pour les sauts avec consigne de contraction du périnée en comparant les 2 groupes.

Figure 14 : Graphique de l'activation du transverse en comparant les consignes transverse et périnée lors de l'éducation.

Figure 15 : Graphique de comparaison des moyennes d'activation du transverse pour l'éducation avec consigne de contraction du transverse en comparant les 2 groupes.

Figure 16 : Graphiques de l'activation du transverse en fonction du score au questionnaire ICIQ-SF sur les épreuves du gainage et de l'éducation avec consigne de contraction du transverse.

## I. Introduction

Le sujet des incontinences urinaires est actuellement bien développé dans la littérature scientifique pour la population âgée et également la population de femmes en post-partum. En effet dans leurs cas des lésions peuvent être observées et facilement compréhensibles, en lien avec l'accouchement par voie basse. Il leur est alors proposé à la fois de la prévention et de la rééducation.

Depuis quelques années ce sujet prend de l'ampleur également dans la population de sportives, jeunes et nullipares. Les premières études observationnelles datant des années 1990. Cependant, dans cette population le mécanisme d'apparition paraît plus difficile à appréhender et à mesurer. Le recours au soin est limité chez ces patientes par de fausses croyances (HAS, 2003) et un caractère tabou retrouvé chez 80% des femmes (Maître et Harvey, 2011). C'est pour cela qu'en 2017, l'Ordre des Masseurs-Kinésithérapeutes lance une campagne d'information en France pour le recours à la kinésithérapie en première intention et cela pour tous les âges (SIREPP, 2017).

Si les connaissances scientifiques semblent nouvelles concernant la population de femmes sportives, ce problème semble être présent chez de nombreuses femmes. Etant femme sportive depuis mon plus jeune âge et potentiellement à risque de développer ce trouble, je n'ai eu connaissance de ce sujet que depuis mes études en Kinésithérapie. J'ai donc mesuré l'importance de ce sujet ainsi que la difficulté qu'il sous-entend par le manque d'information et le caractère tabou qu'il relève chez les femmes.

Le manque d'information semble être présent à différents niveaux. Premièrement au niveau des femmes elles-mêmes, De Freitas et al (2018) ont montré sur une population Brésilienne le manque d'information chez les premières concernées. En effet, sur 133 femmes évaluées, le score moyen au questionnaire de connaissance sur le périnée était de 0,5/4 et il semblerait que ces connaissances soient liées au niveau d'éducation, entraînant des disparités entre les femmes. De plus, Pires et al (2020) dénoncent également le manque d'information chez les professionnels de santé tels que les Médecins du sport et Masseurs-Kinésithérapeutes. Aussi, une troisième ligne semble être impliquée et pourtant peu informée, il s'agit des coach sportifs et préparateurs physiques car ils interviennent directement auprès des femmes lors des efforts sportifs. Ces observations relèvent la nécessité d'information de ces différents acteurs et une prise en charge pluridisciplinaire de ce trouble.

L'impact sur les femmes se caractérise par une gêne majeure. Cette gêne peut amener à un changement de sport pour 10% d'entre elles ou une adaptation de ce dernier pour 20%, en évitant certains mouvements ou en diminuant la quantité d'exercice d'après Salvatore et al (2008). Cependant, dans un contexte de promotion d'activité physique en France et dans le monde, ce retentissement des incontinences chez les femmes sportives semble d'une grande importance. La recherche doit donc être poursuivie et la participation des Kinésithérapeutes au développement de ces connaissances semble essentielle. En effet l'Ordre des Masseurs Kinésithérapeutes les définit comme spécialistes du mouvement et des altérations des capacités fonctionnelles. Ils sont également des grands sachant de l'anatomie et ont différents champs d'intervention y compris le domaine urologique et le domaine sportif.

De plus, ces incontinences peuvent également être présentes dans des efforts quotidiens tels que la toux, l'éternuement ou encore le rire. L'impact serait donc également présent dans la vie quotidienne des femmes. Cela peut nécessiter le port de protections hygiéniques quotidiennes (De Gasquet, 2020 ; Sorrigueta-Hernández et al, 2020) associées à un coût conséquent pour ces femmes. Certaines femmes peuvent adopter une technique de vidange vésicale forcée (Happillon, 2020) avant la pratique sportive, ce qui pourrait perturber davantage le mécanisme de continence. D'autres encore peuvent adopter une limitation des apports hydriques afin d'éviter les incontinences mais mettant en danger leur santé générale (De Gasquet, 2020).

L'objectif de cette étude transversale sera donc d'évaluer les femmes sportives et incontinentes afin de comprendre le mécanisme en cause dans cette population. Pour cela, nous développerons d'abord les définitions et les éléments anatomiques nécessaires. Ensuite, nous parlerons des études précédentes réalisées et nous proposerons une nouvelle approche méthodologique en évaluant le muscle transverse de l'abdomen.

## II. Cadre théorique

### 1. L'incontinence urinaire

#### a. Définitions

L'incontinence urinaire est définie par l'Association internationale uro-gynécologique (IUGA), la Société internationale de la continence (ICS) et la Haute autorité de santé (HAS) comme une plainte de perte d'urine involontaire. Elle peut être de différents types. Ils sont définis par l'IUGA et rapportés par Haylen et al (2009), les 3 principaux types étant l'incontinence urinaire d'effort, par impériosité et mixte :

- L'incontinence urinaire d'effort : elle se produit lors d'un effort sportif ou d'un effort de toux, rire, éternuement. L'incontinence à l'effort est le type le plus spécifique et le plus fréquemment retrouvé chez les sportives (Maître et Harvey, 2011 ; Pires et al, 2020).
- L'incontinence urinaire à caractère urgent ou impérieux : elle est précédée par un besoin impérieux et incontrôlable d'uriner. Cette définition n'intègre pas la notion d'effort. Elle est souvent associée à une vessie instable (De Gasquet, 2020).
- L'incontinence urinaire mixte : elle représente l'association d'une incontinence d'effort et d'une incontinence par impériosité. Elle se retrouve souvent dans les suites de couches (De Gasquet, 2020).
- L'incontinence urinaire posturale : plus rare, elle est associée à un simple changement de position.
- L'incontinence urinaire nocturne : plus rare, elle survient pendant le sommeil.
- L'incontinence urinaire insensible : elle désigne les incontinenances pour lesquelles le patient n'est pas conscient du moment d'apparition.
- L'incontinence urinaire coïtale : elle se produit lors d'un rapport sexuel.

Pour ces différentes incontinenances une affection neurologique peut être causale et doit être à rechercher ou éliminer lors de l'examen.

#### b. Prévalence

La prévalence d'incontinenances urinaires varie en fonction de la population étudiée avec l'âge, la parité et le type de sport pratiqué. L'HAS (2003) désigne cette prévalence comme élevée avec des pourcentages entre 10 et 53% selon la population. Ces chiffres sont larges car intègrent différentes populations plus ou moins à risque.

Une méta-analyse (Pires et al, 2020) regroupant 9 études soit un total de 1254 participantes a étudié la prévalence des incontinences urinaires chez les sportives uniquement. Avec une moyenne d'âge de 22 ans, il a été retrouvé en moyenne 25% d'incontinences dans ces études dont 20% d'incontinences à l'effort. Une hétérogénéité est à noter en fonction du sport pratiqué dans chaque étude (Tableau I).

*Tableau I : Prévalence d'incontinences urinaires en fonction du sport pratiqué. Synthèse de la méta-analyse de Pires et al (2020).*

Sport	Prévalence
Volleyball	75,6%
Trampoline	72,7%
Football en salle	50%
Ski ou course de type cross	45,5%
Course à pied	44%
Basketball	34,8%
Athlétisme	20,8%
Handball	20%

Cette prévalence peut aussi varier en fonction de l'intensité de la pratique. Une pratique intensive de compétition aurait plus d'impact qu'une pratique de loisir. Dans l'étude de Salvatore et al (2008) sur 679 femmes on retrouve une prévalence plus faible avec 15% d'incontinences chez les femmes ayant une pratique de loisir uniquement. Les principaux sports mis en cause seraient le basketball avec 16,6% d'incontinences, l'athlétisme avec 15% et le tennis ou squash avec 11%. La plainte d'incontinences urinaires dans cette étude était retrouvée pour 48% de ces femmes lors des activités quotidiennes.

*c. Classification des sports*

Les sports sont classés dans différentes catégories en fonction du risque et de la prévalence d'incontinences urinaires. On désigne les sports à haut risque d'incontinences sous le terme de sports à haut impacts. Les impacts représentent la course et les sauts et sont donc présents dans beaucoup de sports. A l'inverse les sports créant peu de risque sont des sports à bas impacts. La classification de Nketiah et al (2014) se compose ainsi :

- Sports à hauts impacts : triple saut et saut en hauteur.

- Sports répétitifs à bas impacts : course d'endurance.
- Sports sans impact : natation et golf.
- Sports avec changements de direction : football, tennis et squash.
- Sports de haute puissance : haltérophilie.

Une autre classification a été proposée par l'Institut National du Sport de l'Expertise et de la Performance (INSEP) (Tableau II) en fonction de la pression intra-abdominale créée qui peut être isométrique, ou associée à des mouvements dynamiques donnant une pression encore plus importante (Maître et Harvey, 2011).

*Tableau II : Classification des sports par l'INSEP.*

Composante dynamique forte	Composante isométrique forte	Faible risque
Gymnastique Trampoline Aérobic Athlétisme (sauts) Sport de balle Danse Course à pied Sport de glace	Athlétisme (lancer) Aviron Escrime Haltérophilie Lutte Boxe Judo Planche à voile Equitation (trot)	Sports techniques Natation Golf Marche Cyclisme

De plus, il est important de prendre en compte la fréquence et la durée de la pratique d'activité sportive. Le terme utilisé dans les études internationales est « High Impact Frequent Intense Training » (HIFIT) pour prendre en compte l'ensemble de ces caractéristiques (Kruger et al, 2007 ; Kruger et al, 2005 ; Maître et Harvey, 2011).

*d. Impact sur la performance*

L'impact des dysfonctionnements périnéaux sur la performance sportive est rarement mesuré dans les études. Pourtant il est reconnu que les grandes athlètes performant mieux lors d'un état optimal de forme physique et mentale. Or la gêne que procure les incontinences pourrait perturber cette performance. Aussi, la limitation des apports hydriques utilisé comme méthode d'évitement (De Gasquet, 2020) peut avoir des répercussions sur la performance. En effet, le manque d'hydratation a bien été étudié dans la littérature comme facteur limitant de la performance. La déshydratation ou hypo-hydratation impacte notamment la performance en endurance mais aussi la force et la puissance musculaire (Judelson et al, 2007). De plus, les

fonctions cognitives et l'humeur sont positivement influencées par la consommation hydrique (Masento et al, 2014). Ainsi, une limitation de cet apport pourrait avoir des conséquences à la fois physiques et mentales sur l'athlète.

Par ailleurs, dans une vision globale du fonctionnement du caisson abdominal, on peut penser qu'une faiblesse périnéale pourrait limiter la fonctionnalité du tronc lors des efforts intenses. L'étude de Vieira et al (2019) s'est intéressée aux performances de femmes d'âge moyen soit entre 40 et 65 ans. Avec l'avancée en âge, la baisse de performance est plus marquée chez les femmes que chez les hommes pour différentes raisons. Les troubles associés au périnée peuvent en être une cause. En effet dans la population âgée, le prolapsus et les incontinences sont souvent associés à une baisse de performance sportive. La performance était évaluée dans cette étude par différents tests sportifs des membres supérieurs et inférieurs. Ainsi ils ont trouvé que l'incontinence urinaire était corrélée négativement avec la performance au test assis-debout. Mais cela ne permet pas de conclure sur un lien de causalité des incontinences sur la performance. Un facteur confondant de sédentarité pourrait entrer en jeu. Les femmes atteintes d'incontinences ont tendance à diminuer ou arrêter leurs activités sportives (Salvatore et al, 2008). Ainsi, le déconditionnement pourrait survenir dans un second temps. D'autres études sont nécessaires pour évaluer le lien entre les dysfonctions du périnée et l'impact sur le niveau de performance sportive.

## **2. Le petit bassin**

### *a. Anatomie*

La présence d'incontinences urinaires chez les femmes peut s'expliquer par l'anatomie qui diffère de celle des hommes. En effet, il faut noter que l'urètre de la femme est bien plus court que celui de l'homme. Il mesure seulement 3cm chez la femme et est donc ouvert sur l'extérieur (De Gasquet, 2020). Cela rend le rôle des muscles de la continence plus important chez les femmes.

Le support osseux du bassin forme un anneau de protection des organes. On retrouve deux os coxaux donnant chacun le pubis en avant, l'iliaque en arrière et la branche ischiatique en bas (Dufour, 2015). En arrière, on retrouve également le sacrum et le coccyx qui font le lien entre ces 2 os coxaux. L'articulation sacro-iliaque permet les mouvements de nutation et contre-nutation. L'articulation sacro-coccygienne est d'une grande importance car elle est reliée aux muscles du périnée. Un coccyx luxé ou fixé peut être la cause d'une perte de mobilité périnéale. En conditions physiologiques, le coccyx peut avancer de 46° lors d'une contraction périnéale

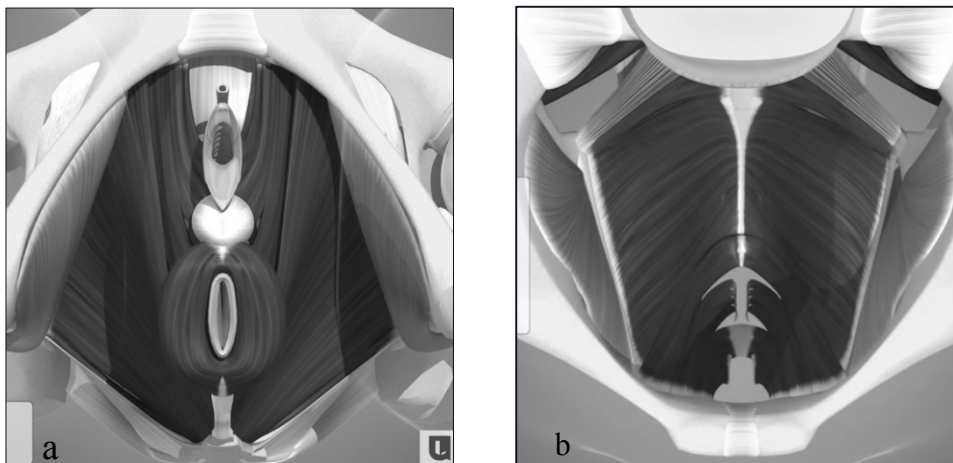
(De Gasquet, 2020). Cet anneau osseux est une protection solide et permet de relier le rachis et le membre inférieur. On appelle cet ensemble le complexe lombo-pelvi-fémoral. Cependant ces os laissent une ouverture vers le bas. Cela forme une zone de fragilité depuis l'arrivée de la bipédie, en lien avec la gravité (De Gasquet, 2016).

Le mot périnée vient du latin « perineum » signifiant « autour des voies évacuatrices » (Dentz, 2010). En effet le périnée vient entourer les différents orifices qui sont l'urètre, le vagin et l'anus. Il permet de soutenir les organes par sa forme de hamac et constitue la limite inférieure de la cavité abdominale. Il se compose de différentes couches et différents tissus (Yiou et al, 2009). Tout d'abord le tissu cutané et les muqueuses en surface avec les grandes et petites lèvres ainsi que les corps érectiles. On y retrouve également des muscles. Autour de l'urètre, en antérieur, on retrouve le sphincter strié urétral ainsi que les muscles ischio-caverneux et bulbo-caverneux. On retrouve également les muscles transverses superficiel et profond du périnée qui sont fibreux et sont tendus entre les 2 ischions (De Gasquet, 2020). En postérieur se situe le sphincter anal externe et les fosses ischio-anales.

La couche la plus interne est uniquement musculaire et se nomme plancher pelvien ou diaphragme pelvien. Il n'appartient pas au périnée à proprement parler. Il se compose globalement de 2 muscles : l'élévateur de l'anus et le coccygien. Le muscle le plus important de cette couche est l'élévateur de l'anus. Ce muscle est pair et chaque faisceau rejoint son homologue controlatéral sur la ligne médiane. D'après Kruger et al (2007) le muscle élévateur de l'anus serait composé de 3 faisceaux : le pubo-coccygien, l'ilio-coccygien et le pubo-rectal. Or, seulement 2 faisceaux sont cités dans la description de Yiou et al (2009). En effet le faisceau pubo-rectal serait seulement une partie du faisceau pubo-coccygien d'après ces auteurs. Cela montre qu'il existe différentes nomenclatures encore controversées concernant le muscle élévateur de l'anus. Cela s'explique par des limites peu différenciables en imagerie standard mais seulement visibles avec un produit de contraste (Kruger et al, 2005). Le second muscle à part entière du plancher pelvien est le muscle coccygien. Ces différents muscles et leurs faisceaux sont détaillés ci-dessous (Figure 1).

- L'élévateur de l'anus se situe globalement à la face interne de l'os coxal en avant et en arrière du foramen obturé d'après Dufour (2015).
- Le faisceau pubo-coccygien du muscle élévateur de l'anus a une situation plutôt antérieure et médiale. Comme l'indique son nom, il s'insère entre le pubis et le coccyx. C'est le faisceau le plus épais et il délimite le hiatus uro-génital (Yiou et al, 2009).

- Le faisceau ilio-coccygien du muscle élévateur de l'anus a une situation postérieure et latérale. Il s'insère sur le muscle obturateur interne via une arcade tendineuse ainsi que sur l'épine ischiatique et le coccyx. Il a une tendance à l'ouverture du bassin et des orifices (De Gasquet, 2020).
- Le faisceau pubo-rectal du muscle élévateur de l'anus permet de lier les parties antérieures et postérieures du périnée. Ce muscle est impair. Il part du pubis et entoure le rectum pour se terminer de l'autre côté du pubis. Il tire sur le coccyx par l'intermédiaire du raphé ano-coccygien et aurait un grand rôle dans la continence (De Gasquet, 2020).
- Le muscle coccygien se situe en arrière de l'élévateur de l'anus. Il s'insère sur l'épine ischiatique et le ligament sacro-épineux.



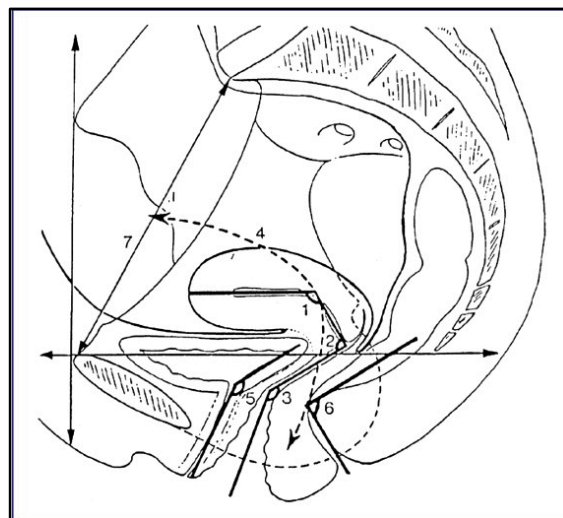
*Figure 1 : Représentation anatomique en 3D du petit bassin (Site web anatomie 3D Lyon).  
a : Vue inférieure du périnée. b : Vue supérieure du plancher pelvien.*

Une majorité de fibres de type 1 sont retrouvées dans le muscle élévateur de l'anus ce qui devrait permettre une certaine endurance du muscle (Koenig et al, 2020 ; Marzolf et Bouvier, 2020). Le faisceau pubo-viscéral, partie du faisceau pubo-coccygien antérieur, aurait cependant plus de fibres de type 2 que les autres faisceaux pour faire face aux augmentations momentanées de pression (Yiou et al, 2009). On retrouve en effet 30% de fibres de type 2 dans le faisceau pubo-coccygien (Leitner et al, 2019).

Plus récemment on voit également apparaître l'importance des fascias (Bordoni et al, 2020; Marzolf et Bouvier, 2020). On retrouve un fascia superficiel et un fascia profond du périnée s'insérant sur la branche ischio-pubienne de l'os coxal (Dufour, 2015). Ils sont renforcés par les ligaments utéro-sacrés et cardinaux ainsi que les arcs tendineux (Yiou et al, 2009). Le centre

tendineux du périnée a une situation postérieure entre la partie anale et la partie génitale du périnée. Il est sur la ligne entre les 2 tubérosités ischiatiques chez la femme. Il reçoit l'insertion de la plupart des muscles du périnée. Il se compose d'élastine et de tissu conjonctif dense et peut être lésé lors de l'accouchement (Yiou et al, 2009). Certaines femmes hyper-laxes rencontrent des modifications du collagène contenu dans les tissus conjonctifs et seraient donc plus à risque de prolapsus (De Gasquet, 2020 ; Kruger et al, 2007).

Les organes du petit bassin possèdent chacun des angles précis qui ont une importance (Bordoni et al, 2020). L'angle entre le rectum et l'anus formerait un coude d'environ 90° en position anatomique (De Gasquet, 2020). Pour l'utérus on distingue 3 angles différents entre le corps, le col et le vagin (Figure 2). La modification de ces angles avec un utérus qui perdrait son antéversion physiologique serait à risque de prolapsus (Yiou et al, 2009). Cependant, lors de l'accouchement, l'alignement des angles entre le corps et le col de l'utérus est physiologique car elle permettra la sortie du bébé (De Gasquet, 2020).



*Figure 2 : Représentation des angles des organes du petit bassin par Yiou et al (2009).*

*1 : Angle du corps de l'utérus. 2 : Angle entre le corps et le col de l'utérus. 3 : Angle entre le col de l'utérus et le vagin. 4 : Arc pelvien. 5 : Angle de la vessie. 6 : Angle du rectum. 7 : Pente antérieure du petit bassin.*

L'innervation du plancher pelvien se fait par les racines sacrées S2, S3, S4 par les branches antérieures. Le sphincter strié de l'urètre est innervé par le nerf pudendal. La vessie est innervée par le plexus hypogastrique du système nerveux autonome. Enfin, la vascularisation du périnée se fait par l'artère pudendale (Yiou et al, 2009).

## *b. Fonctions*

La fonction du périnée est donc divisée en 3 parties : la partie antérieure urinaire, la partie moyenne génitale et la partie postérieure anale (Bordoni et al, 2020). C'est lui qui assure l'ouverture et la fermeture de la vessie et du rectum (Dentz, 2010). Sa fonction principale est donc la contraction dans le but de participer à la continence et de soutenir les organes. La contraction des muscles du périnée entraîne un déplacement antéro-supérieur de 3cm visible en Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) (Bordoni et al, 2020).

L'étude de Petter Rodrigues et al (2020) cherche à déterminer si une mauvaise contraction périnéale est forcément associée à des incontinences urinaires. Sur 506 femmes incontinentes ils ont retrouvé que 36% d'entre elles n'étaient pas capables de contracter correctement leur périnée même avec un guidage. Cela sous-entend que la majorité des femmes incontinentes sont capables de réaliser une contraction correcte. Ils ont ensuite formé 2 groupes avec d'un côté les femmes avec une contraction périnéale correcte et de l'autre les femmes ne sachant pas contracter correctement. En comparant ces 2 groupes, il n'y avait pas de différences notables. Les femmes ne sachant pas contracter leur périnée n'ont pas d'incontinences plus sévères et n'ont pas une qualité de vie plus altérée. Cependant, selon les auteurs, il serait intéressant de comparer cette observation avec des femmes continentales.

Les observations précédentes montrent que d'autres facteurs musculaires doivent être pris en compte pour le mécanisme de continence. En effet, une bonne contraction doit également être associée à une bonne relaxation pour être efficace (Butrick, 2009). Une bonne coordination et perception corporelle permettrait aussi de contracter au bon moment, de la bonne façon et de le ressentir pour avoir un rétrocontrôle. Dans certaines conditions une contraction réflexe serait nécessaire pour éviter l'incontinence (Koenig et al, 2020 ; Maître et Harvey, 2011). Enfin, l'endurance est aussi indispensable pour la répétition. D'après Lindland et al (2007), la contraction des muscles du plancher pelvien diminue de 20% après 90 minutes d'entraînement intense malgré une majorité de fibres de type 1 dans ces muscles. La combinaison de ces différents facteurs permettrait le maintien de la continence (Petter Rodrigues et al, 2020).

La fonction du périnée est également associée à la posture. Hodges et al (2007) ont montré une activation périnéale lors de mouvements de déstabilisation. Le plancher pelvien aurait une activation anticipée dans le but de maintenir la posture. De plus, la position des lombaires ferait varier l'activation périnéale. L'hyperlordose lombaire notamment aurait un impact négatif sur les tensions du plancher pelvien (Bordoni et al, 2020). Dans l'étude de Lemos et al (2018), une augmentation de la pente antérieure du bassin est mesurée chez les femmes incontinentes. Ce

changement fait augmenter l'activité du plancher pelvien au repos et debout. Aussi, les asymétries de longueur retrouvées au niveau du plancher pelvien sont possiblement causées par des malpositions lombo-pelviennes. Des exercices de repositionnement du bassin améliorent la symétrie périnéale (Oleksy et al, 2019).

C'est ainsi que la méthode APORB. DE GASQUET voit ses principes fondés sur une bonne posture qui procurerait une respiration physiologique et un travail associé du périnée. Une hypertonie périnéale peut être liée à une mauvaise posture ou à des sports pour lesquels la hanche se trouve majoritairement en rotation externe et le bassin en contre-nutation comme dans la danse et la gymnastique (De Gasquet, 2020). Elle se retrouve également chez des personnes restant trop longtemps assises, avec des troubles de la marche, des troubles morphostatiques ou avec une anxiété importante. L'hypertonie correspond à un tonus exagéré au repos qui limite la contraction volontaire du plancher pelvien et entraîne des dysfonctions de la vessie, du vagin ou du rectum (Butrick, 2009).

Enfin, le périnée a un rôle dans la sexualité. Une tonicité suffisante est nécessaire au plaisir (Marzolf et Bouvier, 2020). Cependant une hypertonie peut donner une dyspareunie c'est à dire une douleur lors du rapport (Haylen et al, 2009) parfois retrouvée chez les femmes sportives.

### *c. Facteurs biologiques*

D'autres facteurs peuvent également avoir une influence sur le périnée et la survenue d'incontinences. Les fluctuations hormonales peuvent influencer sur le contrôle périnéal (Petter Rodrigues et al, 2020). Tout d'abord on observe des variations en fonction du cycle menstruel. Au moment de l'ovulation le col de l'utérus descend de 3cm dans le vagin chez la femme nullipare (De Gasquet, 2020). Aussi, des effets négatifs à type de douleur et de fatigue sont parfois ressentis lors des menstruations en particulier les 2 premiers jours (Martin et al, 2018). Des moyens de contraception hormonale sont alors utilisés chez les femmes dans le but de contrôler ces menstruations. Dans l'étude de Martin et al (2018), sur 430 athlètes évaluées, la moitié d'entre elles utilise quotidiennement une contraception hormonale. Or il a été montré que la contraception, de type orale majoritairement, affecte la fonction du plancher pelvien avec une augmentation des cystites et des vestibulites (Champaneria et al, 2015). De plus d'autres effets négatifs peuvent aussi se créer par la contraception en fonction du type et cela avec une grande variabilité inter-individuelle.

D'autres phénomènes se retrouvent aussi au cours de la vie de la femme soit pendant la grossesse, l'accouchement ou encore la ménopause (Dentz, 2010). Lors de la ménopause, la

diminution des œstrogènes a un impact sur différents organes et fonctions et notamment sur le plancher pelvien (Hillard, 2019). Il est observé qu'après la ménopause, les troubles tels que les incontinences, les prolapsus, les infections urinaires et troubles de la fonction sexuelle augmentent considérablement. Malgré une causalité qui n'est pas uniquement attribuable aux facteurs hormonaux, la ménopause pourrait accentuer ces phénomènes. Ainsi, la prise en charge de femmes à cette période paraît indispensable et doit privilégier les traitements conservateurs (Hillard, 2019).

Concernant les femmes sportives, Maître et Harvey (2011) ont souligné une apparition d'incontinences plus élevée en 2<sup>ème</sup> période d'entraînement. Cela s'explique par une fatigabilité qui peut apparaître après un certain nombre de contractions d'où l'intérêt d'être attentif à l'intensité et la fréquence d'entraînement. De plus, moins d'incontinences sont observées en compétition. Cela serait expliqué par un niveau élevé de catécholamines lié au stress en compétition et qui permettrait le maintien de l'urètre fermée (Pires et al, 2020). Enfin, les athlètes avec des troubles alimentaires sont considérées comme étant 3 fois plus à risque de développer une incontinence urinaire, d'après l'étude de Carvalhais et al (2019).

### **3. Le transverse de l'abdomen**

#### *a. Anatomie*

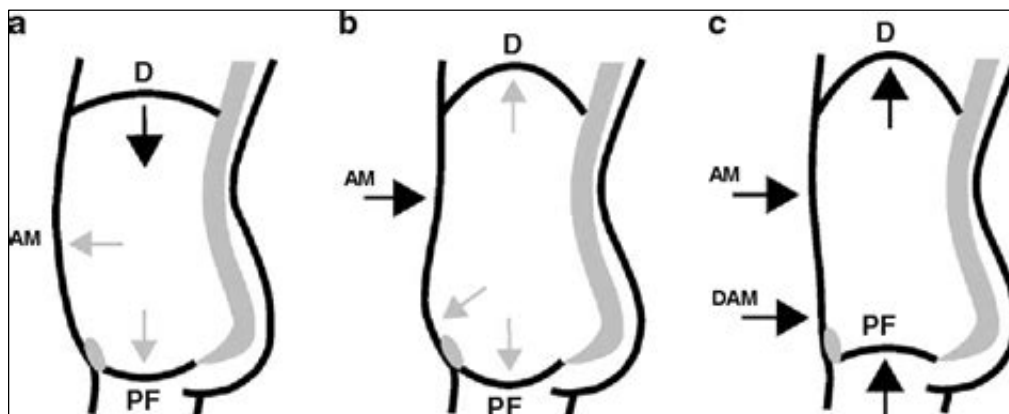
Nous allons voir que le muscle transverse de l'abdomen présente un lien avec le périnée. Ce muscle forme la couche profonde des abdominaux. D'après Dufour (2017), les deux muscles transverses s'insèrent à la face interne des 6 derniers arcs costaux en supérieur, sur les processus transverses des vertèbres lombaires en arrière et sur la crête iliaque en inférieur. Ces différentes insertions vont se diriger vers la ligne blanche allant du sternum jusqu'au pubis. Ce muscle prend également insertion sur le ligament inguinal dans sa partie inférieure. En profondeur, le transverse est tapissé par le fascia transversalis. En superficie, il est recouvert par l'oblique interne, l'oblique externe puis les droits. Mais ce muscle profond devient superficiel dans sa partie sous-ombilicale ce qui le rend palpable à ce niveau. En effet, au niveau du tiers inférieur de la ligne blanche, les transverses se retrouvent en avant des muscles droits de l'abdomen (Dufour, 2017). Le transverse et l'ensemble des muscles abdominaux sont innervés par les nerfs intercostaux, ilio-hypogastriques, ilio-inguinaux et génito-fémoraux. Enfin, la vascularisation se fait par les artères épigastriques inférieures et supérieures, intercostales et lombales.

Le transverse possède des fibres horizontales qui forment une ceinture transversale autour des viscères de l'abdomen. Sa principale action serait donc de permettre de rentrer le ventre et

de maintenir les viscères telle une sangle. Il s'active également lors de l'expiration forcée. Son activité principale est statique car il possède une grande majorité de fibres toniques de type 1 (Dufour, 2017).

*b. Co-contraction avec le plancher pelvien*

Le transverse est important car il fait partie du caisson abdominal. Ce caisson est formé du plancher pelvien en bas, du diaphragme en haut, des muscles abdominaux en avant et du rachis en arrière. On peut voir dans la Figure 3 que pendant la respiration l'ensemble de ces éléments fonctionnent ensemble. Lors de l'inspiration les muscles abdominaux se relâchent pour que le ventre se gonfle légèrement et à l'expiration le ventre rentre pour expulser l'air et maintenir les viscères. Or, on voit également que lorsque les abdominaux profonds, en particulier le transverse, ne se contractent pas simultanément au plancher pelvien, on obtient des forces dirigées vers le bas pouvant être à l'origine d'incontinences ou de prolapsus (Critchley, 2002 ; Pires et al, 2020 ; Talasz et al, 2009). On parle alors d'une mauvaise co-contraction entre plancher pelvien et transverse de l'abdomen.



*Figure 3 : Schéma du caisson abdominal par Talasz et al (2009).*

*Légende : a = inspiration physiologique, b = mauvaise co-contraction entraînant des forces vers le bas, c = expiration forcée avec une bonne co-contraction, D = diaphragme, PF = plancher pelvien, AM = muscles abdominaux, DAM = muscles abdominaux profonds.*

Dans différentes sources la co-contraction entre le plancher pelvien et les abdominaux est mentionnée (De Gasquet, 2016 ; Kruger et al, 2007 ; Kruger et al, 2005). Dans la plupart des articles scientifiques on peut lire que pour les femmes n'ayant pas de dysfonction périnéale, la contraction maximale du plancher pelvien entraîne la contraction des abdominaux en position

allongée. D'après Madill & McLean (2006), le muscle transverse est le plus fortement activé dans ce cas avec 224% de la contraction maximale volontaire puis viennent les obliques internes (81%), obliques externes (19%) et enfin les grands droits de l'abdomen (10%). Ainsi le muscle transverse semble fortement lié au plancher pelvien. De plus, Sapsford et al (2000) différencient cette activation musculaire en fonction de la position lombaire. Le transverse aurait une meilleure contraction que les autres muscles abdominaux en position d'extension du rachis et les obliques externes ont une meilleure contraction en flexion du rachis. Aussi, l'activation des grands droits était significative seulement en flexion du rachis. Arab & Chehrehazi (2010) ont montré que cette co-contraction existe aussi chez les femmes incontinentes.

A l'inverse, la contraction isométrique des abdominaux entraîne également une contraction du plancher pelvien d'après une étude préliminaire de Sapsford et al (2000) confirmée ensuite par Bø et al (2003). Cependant lors de la contraction du transverse, le plancher pelvien avait un mouvement dirigé vers le bas pour 6 femmes sur 20 (Bø et al, 2003). Chez les femmes saines, Junginger et al (2009) ont montré que cette co-activation était retrouvée dans différents exercices abdominaux et pour différentes intensités de contraction du plancher pelvien mais aussi lors de la manœuvre de Valsalva. Enfin, chez la plupart des sujets sains, une contraction anticipée du plancher pelvien permet d'obtenir une meilleure contraction du transverse (Critchley, 2002). La contraction périnéale pourrait donc être un moyen de facilitation pour la contraction du transverse comme peuvent également l'être le guidage et la palpation.

Par son action musculaire de maintien des viscères, le transverse abdominal intervient également dans des processus biologiques à forte pression intra-abdominale. Il intervient notamment lors de la toux et des actions d'expulsion telles que la miction, la défécation et l'accouchement (Dufour, 2017). D'après Talasz et al (2009), lors d'un effort de toux où la contraction est involontaire, seulement 4 femmes sur 40 femmes testées réalisent correctement cette co-contraction entre plancher pelvien et abdominaux. La contraction isolée du transverse entraîne une légère augmentation de pression intra-abdominale de l'ordre de 0,5 cmH<sub>2</sub>O ce qui est quand même associé à une remontée du périnée et une ascension du col de la vessie (Junginger et al, 2009). Cependant, lorsque plusieurs muscles abdominaux s'activent, la pression devient trop élevée et la contraction du périnée n'est plus suffisante. On obtient dans ce cas une descente du col de la vessie. Chez les femmes atteintes de prolapsus, la contraction du transverse peut entraîner une ouverture du hiatus uro-génital si la co-contraction avec le périnée ne se fait pas correctement (Bø et al, 2008).

### *c. Autres fonctions*

Chez les sportifs le rôle respiratoire du transverse semble important. Au delà du rôle physiologique quotidien, les efforts sportifs nécessitent une respiration forcée avec le recrutement de muscles respiratoires accessoires. Le muscle transverse participe notamment à l'expiration forcée (Dufour, 2017) et va donc jouer un rôle dans l'élimination du CO<sub>2</sub> produit par le métabolisme aérobie.

Un autre rôle du transverse est de protéger et de stabiliser la colonne vertébrale lombaire (Critchley, 2002 ; Dentz, 2010). Ce rôle peut notamment être nécessaire dans les sports avec de fortes contraintes sur le rachis comme le judo ou le rugby. Un dysfonctionnement du muscle transverse semble être présent chez les patients lombalgiques. Tout d'abord, Critchley & Coutts (2002) ont retrouvé une contraction diminuée du muscle transverse chez les patients lombalgiques chroniques en comparaison aux patients sains. Aussi, Kim et al (2013) parlent plutôt d'une atrophie musculaire chez ce type de patient avec une contraction conservée lors de l'expiration maximale. Ce lien du muscle transverse avec les lombalgies est d'autant plus important qu'il peut également être corrélé à la prévalence d'incontinences. En effet, Bush et al (2013) ont montré que chez les femmes avec des lombalgies chroniques, on retrouve plus fréquemment des incontinences urinaires d'effort que chez les femmes non lombalgiques.

## **4. Autres liens anatomiques**

### *a. Le diaphragme*

Il est aussi décrit dans la littérature un lien entre le périnée et le muscle diaphragme (Bordoni et al, 2020). Le diaphragme est le muscle effecteur de la respiration formant la limite entre le thorax et l'abdomen. Il prend la forme d'un dôme en 2 coupes musculaires avec un centre tendineux surélevé et 2 piliers. D'après Dufour (2017) les 2 coupes sont formées par l'insertion sur les 6 derniers arcs costaux et le sternum. Les 2 piliers se situent en avant des vertèbres lombaires.

Ce muscle va avoir un effet sur les pressions intra-abdominales lors de sa contraction et par conséquent un effet sur le périnée. A l'inspiration, le diaphragme s'abaisse en se contractant et entraîne une augmentation des pressions, on retrouve alors un périnée qui descend. Cette descente périnéale correspondrait à une contraction excentrique d'après Talasz et al (2009). C'est le contraire lors de l'expiration forcée, le diaphragme remonte et le périnée aussi par une contraction concentrique (Figure 3) (Hodges et al, 2007 ; Talasz et al, 2009). Talasz et al (2009)

ont montré que le flux expiratoire forcé est corrélé positivement à la force du plancher pelvien. Les femmes avec plus de force périnéale ont donc une meilleure expiration forcée. De plus, d'après l'étude de Zachovajeviene et al (2019), une rééducation diaphragmatique augmente la fonction du plancher pelvien notamment en terme d'endurance musculaire. La méthode GUILLARME de rééducation se fonde sur ce principe de synergie abdomino-diaphragmatique.

#### *b. Les muscles fessiers*

D'autres muscles proches du périnée, peuvent intervenir dans le mécanisme de continence. Il s'agit particulièrement des muscles fessiers et pelvi-trochantériens ou encore des muscles adducteurs (De Gasquet, 2020). Dans plusieurs études (Dos Santos et al, 2018 ; Petter Rodrigues et al, 2020) il est démontré que lorsque l'on demande une contraction volontaire du plancher pelvien, les muscles fessiers et adducteurs peuvent se contracter involontairement. Cela est associé à une mauvaise perception et une contraction incorrecte du plancher pelvien.

C'est pour cela que ces muscles doivent être vérifiés visuellement (Dos Santos et al, 2018) ou via une électrode de contrôle (Leitner et al, 2019) afin d'être sûr que les mesures proviennent seulement du plancher pelvien. La position assise permet l'inhibition des muscles fessiers et adducteurs lors de la contraction périnéale (De Gasquet, 2020). Ces muscles sont importants à prendre en compte car ils appartiennent au complexe lombo-pelvi-fémoral. Ils ont un impact direct sur la position de la hanche et par conséquent peuvent avoir un impact sur le rachis, les membres inférieurs ou le périnée. Le muscle obturateur interne est particulièrement lié au plancher pelvien car l'épaississement de son fascia forme une arcade tendineuse sur laquelle s'insère le faisceau ilio-coccygien du muscle élévateur de l'anus (Yiou et al, 2009).

## **5. Etudes précédentes chez les sportives incontinentes**

### *a. Sportives comparées aux non-sportives*

Une première étude de Kruger et al en 2005 a comparé en IRM le plancher pelvien de femmes sportives de niveau national ou international par rapport aux femmes non sportives. Toutes les femmes ayant participé à l'étude étaient nullipares. Les auteurs en tirent une observation principale : les muscles du plancher pelvien des sportives sont hypertrophiés. En effet, la coupe transversale de l'élévateur de l'anus est augmentée d'environ 20% dans le groupe d'athlètes. La section transversale peut varier entre les 2 muscles élévateur de l'anus chez une même personne. Il semble cohérent que par la répétition des impacts et des contractions les

muscles s'hypertrophient comme dans n'importe quel entraînement musculaire. Cela peut altérer la fonction de ces muscles et notamment causer une diminution de la compliance et donc des difficultés lors de l'accouchement. Il n'a pas été retrouvé de différences de taille du hiatus uro-génital ni de l'ouverture osseuse du bassin entre les deux groupes.

Une seconde étude de Kruger et al (2007) compare également des athlètes de haut niveau à un groupe contrôle de femmes non sportives via une imagerie par ultrasons. Les comparaisons se font à âge et Indice de Masse Corporelle (IMC) égaux chez des femmes nullipares. Les auteurs confirment que le diamètre du muscle pubo-viscéral est augmenté chez les athlètes comme montré dans l'étude précédente. Ils ont ensuite utilisé la manœuvre de Valsalva permettant une forte augmentation de pression intra-abdominale pour évaluer la descente d'organes. Ils trouvent une descente augmentée du col de la vessie lors de cette manœuvre chez les athlètes. Cela n'était pas le cas pour le rectum ni l'utérus. Enfin, ils ont évalué la taille de l'aire hiatale. Dans le groupe d'athlètes l'aire est élargie lorsque la manœuvre de Valsalva est réalisée. Ces observations montrent une mauvaise adaptation périnéale lorsque la pression intra-abdominale est augmentée chez les athlètes. La descente de vessie et l'ouverture de l'aire hiatale pourraient en effet être des facteurs de risque d'apparition d'incontinence urinaire à l'effort.

Au-delà des changements du plancher pelvien, l'ensemble du caisson abdominal peut être modifié chez les sportives. Tout d'abord, la force des muscles abdominaux est augmentée. Silitertpisan et al (2011) ont trouvé une hypertrophie des muscles transverse et oblique interne chez les haltérophiles. Si un déséquilibre de force est observé en faveur des abdominaux en comparaison au plancher pelvien cela pourrait mener à des troubles (Kruger et al, 2007). En effet l'hyperpression abdominale entraine notamment une descente de l'urètre (De Gasquet, 2020). Des modifications du diaphragme sont également observées. Dans l'étude de Brown et al (2013), l'épaisseur du diaphragme est augmentée chez les haltérophiles en comparaison aux non-sportifs. Cela montre que les sports de résistance modifient également les muscles ventilatoires. Chez les sportifs ayant un contrôle moteur altéré et des douleurs lombopelviennes, le diaphragme est retrouvé plus fin, plus rigide et fatigable (Calvo-lobo et al, 2019). Le diaphragme semble donc avoir un rôle important à jouer chez les sportifs.

Concernant les muscles pelvi-trochantériens et notamment les muscles obturateurs, des changements sont observés chez les sportives. Dans l'article de Mayes et al (2018) évaluant ces muscles chez les danseurs de ballet, le muscle obturateur externe possède une section transversale augmentée de 14% sur l'IRM en comparaison à des sujets actifs mais non danseurs. La taille de l'obturateur interne serait cependant similaire entre les 2 groupes. Par ailleurs, l'étude de Nketiah et al (2014), a évalué le muscle obturateur interne en fonction du type de

sport et des impacts qui y sont liés. En comparaison au groupe non-sportif, l'analyse texturale en IRM montre un changement significatif du muscle obturateur interne dans les sports à hauts impacts, à bas impacts répétés et dans les sports avec changements de direction. D'autres changements ont été observés au niveau des muscles grand et moyen fessiers ainsi que de l'ilio-psyas. Le dernier changement observé chez les sportives et retrouvé dans la littérature serait la déformation des ligaments et tissus conjonctifs (Pires et al, 2020).

*b. Femmes incontinentes comparées aux continentales*

Après avoir comparé les sportives avec les non-sportives, il est important de comprendre pourquoi certaines sportives développent des incontinences et d'autres non. L'étude de Koenig et al (2020) compare cette fois-ci les femmes incontinentes aux femmes continentales. Cette étude réalise une évaluation du plancher pelvien par EMG lors de courses à 3 vitesses différentes. L'analyse se faisait en comparant l'activation musculaire avant et après la phase de contact du talon au sol. Les mesures ont montré que l'activation du plancher pelvien s'effectue avant le contact au sol pour anticiper. Cependant le pic d'activation se situe autour de 120ms après le contact (Leitner et al, 2019). Il n'a pas été observé de différence significative entre les 2 groupes. La seule tendance observée entre les groupes est au niveau de la fréquence des ondes. En effet, le groupe de femmes incontinentes aurait moins d'activation dans les hautes fréquences correspondant aux fibres de type 2. Cette observation suppose une diminution en quantité ou en recrutement des fibres de type 2 chez les femmes incontinentes. On peut également penser à une fatigue musculaire pour les fibres de type 2 (Pires et al, 2020) mais l'étude concernée évaluait le plancher pelvien sur une très courte période limitant l'apparition de cette fatigue. La conséquence d'une contraction plus lente pourrait aboutir à des incontinences au moment de la phase de contact.

L'étude de Dos Santos et al (2018) réalise une comparaison au sein des sportives, entre celles qui sont incontinentes et celles étant continentales. Les auteurs ont pour intention d'évaluer les abdominaux et le plancher pelvien séparément. Les participantes étaient toutes nullipares et pratiquaient différents sports. Ils ont évalué les contractions maximales musculaires avec d'un côté les abdominaux par isocinétisme et de l'autre le plancher pelvien avec une sonde de pression. Le groupe de sportives incontinentes a montré davantage de pression intra-vaginale lors de la contraction du plancher pelvien. Aucune différence n'est observée entre les 2 groupes au niveau des muscles abdominaux. Enfin, Arab & Chehrehazi (2010) ont comparé la co-contraction des abdominaux et du plancher pelvien entre les femmes incontinentes et saines. Ils

se sont intéressés seulement au muscle transverse et aux obliques internes et n'ont pas trouvé de différence significative entre les groupes. Il apparaît alors que la co-contraction est présente chez les femmes incontinentes comme chez les femmes saines. Il est intéressant de noter que l'épaisseur des muscles abdominaux lors de la contraction du plancher pelvien a tendance à augmenter davantage dans le groupe de femmes incontinentes.

### III. Problématique et hypothèses

Nous avons soulevé précédemment qu'il existe une prévalence élevée d'incontinences urinaires dans la population de femmes sportives. On retrouve 1 femme sur 4 touchée selon Pires et al (2020). Cela justifie l'importance de la recherche pour la compréhension de l'origine de ce trouble dans cette population. La plupart des études réalisent une évaluation ciblée du périnée ou plancher pelvien. Des changements anatomiques ont été observés chez les sportives par Kruger et al en 2005 et 2007 : hypertrophie du plancher pelvien, descente du col de la vessie et augmentation du hiatus uro-génital lors d'une manœuvre de Valsalva avec forte pression intra-abdominale. Contrairement à certaines croyances, le plancher pelvien des femmes incontinentes est souvent plus puissant que celui des femmes saines dans la population de sportives (Dos Santos et al, 2018). Koenig et al (2020) ont aussi retrouvés une légère diminution de l'activation des fibres de type 2 du plancher pelvien chez les femmes incontinentes mais sans résultats significatifs. Le mécanisme reste donc imprécis face aux précédentes recherches.

Cependant peu d'études intègrent la notion de caisson abdominal avec une évaluation globale de celui-ci. En effet, le muscle transverse abdominal est en lien avec le plancher pelvien par la co-contraction qu'il existe entre ces 2 muscles (Bø et al, 2003 ; Junginger et al, 2009 ; Madill & McLean, 2006 ; Sapsford et al, 2000). Une perturbation de contraction du transverse pourrait être délétère avec des forces dirigées vers le bas (Critchley, 2002 ; Pires et al, 2020 ; Talasz et al, 2009). De plus Arab & Chehrehazi (2010) ont retrouvé une tendance d'augmentation d'épaisseur du muscle transverse chez les femmes incontinentes lors de la contraction du plancher pelvien. Cependant la population étudiée n'était pas précise, il serait alors intéressant d'évaluer ce muscle dans la population de jeunes sportives nullipares.

Ainsi on se demande si l'évaluation du transverse pourrait montrer des différences entre sportives incontinentes et saines ?

H1 : Il existe des différences d'activation du transverse entre les sportives incontinentes et saines.

H0 : Il n'existe pas de différence d'activation du transverse chez les sportives incontinentes.

## IV. Matériels et méthode

### 1. Participantes

Les participantes ont été recrutées en France dans l'école de kinésithérapie de Saint-Maurice (ENKRE) via une annonce sur internet (Annexe I). Plusieurs sessions de mesures ont été réalisées entre décembre 2021 et février 2022 dans un cabinet paramédical sous la surveillance de professionnels de santé. Le recrutement des participantes a été réalisé en fonction des critères détaillés ci-dessous.

Les critères d'inclusion sont :

- Femmes entre 18 et 30 ans.
- Indice de Masse Corporelle (IMC) normal soit entre 18 et 25  $\text{Kg}/\text{m}^2$ .
- Femmes nullipares, en accord avec les études de Kruger et al en 2005 et 2007.
- Pas d'antécédents gynécologiques notables.
- Pratique d'un sport à risque : impacts sur le périnée ou fortes pressions intra-abdominales, ceux-ci ont été détaillés précédemment dans la partie « classification des sports ».
- Pratique d'un sport depuis au moins 5 ans afin de pouvoir observer l'impact du sport sur le long terme, en accord avec les études de Kruger et al en 2005 et 2007.
- Femmes capables de réaliser des tests sportifs tels que des sauts ou du gainage (important pour l'expérience).
- Femmes pouvant lire et comprendre le français.

Les critères de non-inclusion sont :

- Age < 18 ans ou > 30 ans. On n'inclue pas les femmes mineures par souci de puberté et d'éthique. On n'inclue pas non plus les femmes de plus de 30 ans pour ne pas créer trop de différences entre les sujets.
- $\text{IMC} > 25$  ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ) car le poids est un facteur connu pour favoriser les incontinences et cela risque de fausser les autres facteurs évalués (Petter Rodrigues et al, 2020).
- Femmes ayant eu des grossesses, ne pourront pas participer car des modifications anatomiques peuvent perturber les mesures (Yiou et al, 2009).
- Antécédents gynécologiques importants comme le prolapsus, la chirurgie... (Yiou et al, 2009).

- Lombalgie chronique actuelle, car cela peut altérer l'activation du transverse (Critchley & Coutts, 2002 ; Kim et al, 2013).
- Femmes ayant déjà réalisé une rééducation abdomino-périnéale avec un professionnel de santé.
- Femmes ayant des connaissances sur le périnée ou le muscle transverse qualifiées comme « excellentes » par auto-évaluation et justifiant d'une formation, un métier ou un stage dans le domaine abdomino-pelvien.
- Femmes incapables de réaliser un saut vertical ou du gainage, en lien avec une blessure des membres inférieurs ou du tronc, ne pourront réaliser l'expérience entièrement.

Les critères d'exclusion au cours de l'expérience sont :

- Grossesse survenue entre le recrutement et la réalisation des mesures.
- Dysfonctionnement périnéal découvert et non signalé lors du premier questionnaire.
- Blessure des membres inférieurs ou du tronc empêchant de réaliser les tests.
- Douleur empêchant de réaliser les tests.
- Refus de répondre à certaines questions.
- Données incomplètes.

## **2. Description de l'expérience**

### *a. Entretien et questionnaires*

La première étape était de répondre à un questionnaire en ligne sur la plateforme Sphinx (Annexe II). Ce logiciel est sécurisé par un mot de passe et possède une charte d'engagement pour le respect de la loi RGPD. Le questionnaire a pour but de recueillir les informations clés sur les volontaires afin de vérifier leur aptitude à participer à l'étude et l'adéquation avec les critères d'inclusion. Les informations récoltées sont les suivantes : âge, taille, poids, sport, blessure, lombalgies, nombre de grossesses, antécédents, niveau de connaissance sur le périnée et le transverse, rééducation abdomino-périnéale. Cela permet de demander uniquement aux personnes qui correspondent aux critères de se déplacer pour les mesures. Cependant, certaines personnes pourront être retirées de l'étude par la suite, si elles correspondent aux critères d'exclusion.

On réalise ensuite un entretien (Annexe III) de type directif le jour des mesures. Celui-ci permet de vérifier les critères d'inclusion et d'approfondir certains points qui pourront servir pour l'analyse des résultats. On complète d'abord les informations sur la pratique sportive en

se renseignant sur le ou les sports pratiqués avec la fréquence et durée d'entraînement, l'âge de début de pratique sportive et le niveau en compétition ou en loisir. On demande si du renforcement abdominal est souvent réalisé et via quels exercices. On vérifie que le nombre de grossesses est bien nul et qu'il n'y a pas eu d'antécédents gynécologiques notables qui pourraient interférer dans le mécanisme d'incontinence lié au sport. On se renseigne sur la présence de lombalgies actuelles ou anciennes et leurs fréquences. On demande aussi si la participante a parfois des incontinenances urinaires en la rassurant sur l'anonymat de cette étude. On s'informe sur d'autres troubles qui peuvent être associés : urinaires, défécation ou sexuels.

A la suite de cet entretien on a donné le Questionnaire ICIQ-SF que chaque participante a dû remplir en autonomie. Un score entre 1 et 5 points est signe d'une incontinence légère puis la sévérité augmente avec le score (Petter Rodrigues et al, 2020). Ce questionnaire permet de faire le lien entre les données de l'entretien, les mesures du transverse et la gravité des incontinenances.

#### *b. Réalisation des tests sportifs*

L'objectif du protocole est de mesurer l'activation électromyographique (EMG) du muscle transverse de l'abdomen dans différentes situations (Figure 4). Cette évaluation est faite via l'utilisation du dispositif Blueback. Pour cela on désinfecte l'appareil et on l'installe comme préconisé par la société. Pour l'ensemble des mesures, l'écran de biofeedback ne sera pas visible par les participantes pour ne pas biaiser la contraction naturelle. On demande aux volontaires de ne pas parler pendant les enregistrements car cela risquerait d'activer les abdominaux (Leitner et al, 2019).

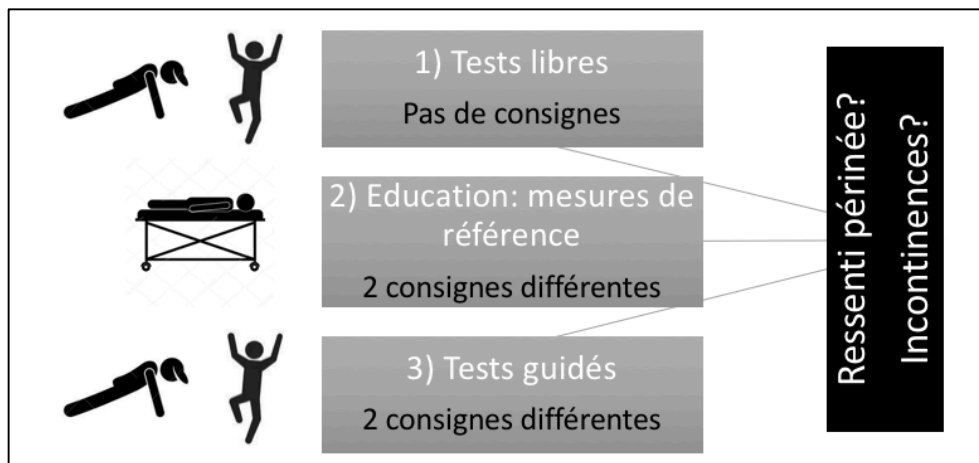
Les 2 exercices évalués dans le protocole sont le gainage et les sauts. Le gainage type planche est choisi car c'est un exercice fréquent dans l'entraînement des sportives. Il sera réalisé sur un tapis de sol, en appui sur les coudes et sur les pieds. En effet, Kong et al (2016) ont montré l'activation du transverse dans cet exercice. L'alignement entre les pieds, le bassin, les épaules et la tête sera corrigé par l'examineur. Il s'agit d'un exercice où le périnée est peu soumis à la gravité ainsi les sensations de remontée ou descente peuvent être plus importantes. Les sauts sont également évalués car ils sont fréquemment réalisés dans le contexte sportif et ils représentent une forte augmentation de pression intra-abdominale. L'évaluation de sauts chez les femmes incontinentes a été suggéré par Koenig et al en 2020.

On évalue dans un premier temps avec l'appareil EMG l'activation libre du transverse dans ces 2 exercices sans donner de consigne de contraction particulière. Cette évaluation sera

réalisée avant toute éducation à la contraction pour ne pas biaiser l'activation spontanée. Cela permet d'évaluer le recrutement spontané ou non du muscle transverse dans ces exercices. L'enregistrement EMG pour chaque exercice est d'une durée d'une minute au total. Le gainage sera réalisé en alternance sur 6 secondes de contraction puis 6 secondes de repos avec 5 répétitions en tout. La consigne pour le gainage sera la suivante : « Vous devez réaliser un gainage en position de planche en appui sur les coudes pendant 6 secondes puis vous relâchez en posant les genoux au sol 6 secondes et vous répétez cela 5 fois. Faites abstraction de l'appareil pour essayer de réaliser un gainage comme vous pourriez le faire à l'entraînement ou chez vous ».

Ensuite, les sauts sont répétés 5 fois avec un intervalle d'environ 10 secondes entre chaque. La consigne pour les sauts sera la suivante : « Vous allez réaliser 5 sauts verticaux en restant sur place. Vous devez garder les mains sur les hanches. Poussez sur les jambes et sautez le plus haut possible lors du signal de départ. Il y aura un temps de repos entre chaque saut ». Cela permettra d'obtenir des sauts comparables entre chaque personne. On demande également pour chaque exercice quel est le ressenti périnéal avec les choix suivants : descente vers le bas, ascension vers le haut, immobile ou ne sait pas. On se renseigne aussi sur la sensation éventuelle de fuite lors de l'exercice, notamment lors des sauts.

Après l'éducation à la contraction, on réévalue les 2 exercices de départ (gainage et sauts) en ajoutant les 2 consignes suivantes : contraction isolée du transverse ou contraction isolée du périnée. Chaque consigne a son importance et est associée à un but différent. La consigne de contraction isolée du périnée devrait naturellement associer une légère contraction du transverse, elle permet de vérifier l'existence de co-contraction naturelle dans cette population. Mais on imagine que dans ce cas la contraction du transverse sera moins importante que lorsqu'on demande une contraction volontaire du muscle transverse. Ainsi, ces mesures nous permettront d'évaluer les capacités de recrutement du transverse avec guidage dans des exercices plus difficiles que lors de l'éducation. Le gainage est toujours réalisé sur 6 secondes en alternance avec le repos en l'associant à une expiration longue et les sauts seront répétés 5 fois avec une expiration rapide. L'ordre des épreuves et des consignes est randomisé. On évalue pour chaque test le ressenti sur le périnée et les fuites.



*Figure 4 : Représentation simplifiée du protocole expérimental.*

*c. Education à la contraction du transverse et périnée*

On réalise pour chaque participante une éducation pour la contraction du transverse de l'abdomen et du périnée. Cette éducation sera réalisée entre les tests libres et les tests guidés. Il est important que les participantes partent avec les mêmes consignes de contraction pour ces 2 muscles (Butrick, 2009 ; Petter Rodrigues et al, 2020). On présente d'abord brièvement chaque muscle avec ses insertions anatomiques et ses fonctions puis on donne les instructions de contraction. D'après Ben Ami & Dar (2018), la meilleure instruction pour une bonne contraction du plancher pelvien doit être centrée sur la partie postérieure du périnée représentée par l'anus. Il s'agira donc de la même consigne pour chacune : « La contraction doit s'effectuer en resserrant et remontant l'anus comme lorsque l'on veut se retenir d'aller aux toilettes ou que l'on veut retenir un gaz » (Sapsford et al, 2000). Concernant le transverse, la consigne sera la suivante : « Expirez et rentrez le bas du ventre lentement comme-ci vous vouliez affiner votre taille », en accord avec les études de Madokoro & Miaki (2019) et Pautard et al (2020).

On évalue alors la contraction volontaire du muscle transverse en position allongé sur le dos avec les genoux fléchis. On utilise ces 2 consignes différentes : contraction isolée du transverse ou contraction du périnée. La contraction du muscle transverse est enregistrée et servira de repère pour comparer ensuite aux autres exercices plus difficiles. On demande également pour chaque exercice quel est le ressenti périnéal avec les choix suivants : descente vers le bas, remontée vers le haut, immobile ou ne sait pas. On demandera de répéter 5 contractions de 6 secondes pour chaque consigne avec 6 secondes de repos entre chaque contraction. A la fin de l'expérience chaque sportive aura un résumé des mesures perçues et recevra des conseils dans le but d'optimiser ses efforts sportifs.

#### *d. Ethique*

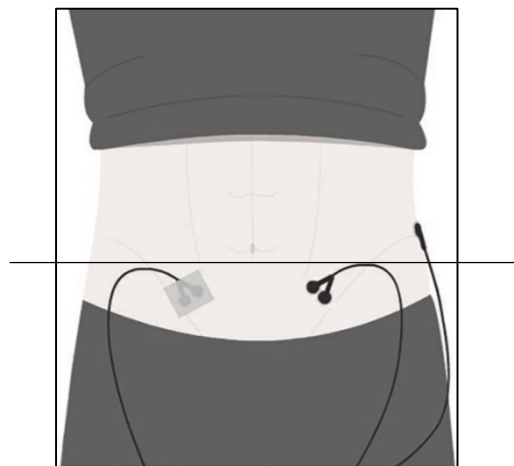
Après avoir expliqué aux volontaires l'ensemble de l'expérience oralement ou à l'écrit, un document devait être lu et signé pour obtenir le consentement de chacune (Annexe IV). Le protocole est pensé dans le but de faire avancer la recherche en kinésithérapie sans nuire aux sujets évalués. Celui-ci est en accord avec les principes de la déclaration d'Helsinki (2013). Cependant certains risques peuvent exister. Il y a d'abord un risque d'inconfort lié aux questions sur le sujet des incontinences urinaires. Ces questions peuvent être considérées comme intimes ou taboues en fonction des représentations de chacune. Pour limiter cela les participantes s'inscrivent sur la base du volontariat et sont prévenues à l'avance du thème abordé. Nous les informons aussi du respect de l'anonymat et du secret professionnel ainsi que la réalisation du protocole dans une salle en intimité. Les épreuves sportives sont peu intenses et présentent peu de risque de blessure en sachant que les participantes sont en bonne santé et déjà sportives. Il s'agit d'exercices (gainage et sauts) retrouvés dans la plupart des sports ou en préparation physique. Enfin, certains bénéfices sont envisagés pour les participantes. Il y a d'abord une sensibilisation à la problématique des incontinences. Il y a aussi une possibilité de discussion, information, conseil voire une réorientation vers un professionnel. Pour finir, par l'utilisation de l'appareil et via les consignes données, les participantes peuvent acquérir une meilleure connaissance corporelle du transverse de l'abdomen et du périnée. Aucun conflit d'intérêt n'est présent dans cette recherche.

### **3. Outils de mesure**

Le questionnaire de la Consultation Internationale de l'Incontinence « ICIQ-SF » (version française, version courte) est utilisé pour déterminer la présence d'incontinences ou non. Il s'agit d'un questionnaire fréquemment utilisé du fait de sa simplicité d'usage (Koenig et al, 2020 ; Petter Rodrigues et al, 2020 ; Pires et al, 2020). Timmermans et al (2012) ont validé ce questionnaire subjectif en le comparant à une mesure de pad test objective. Cependant, nous avons utilisé la version traduite en français ici. Malgré son caractère subjectif il permet à la femme interrogée de signaler un dysfonctionnement sans être intimidée par un évaluateur. Il s'agit d'un questionnaire auto-administré permettant de qualifier et quantifier les incontinences au cours des 4 dernières semaines. Les 3 premières questions permettent de donner un score sur 21 pour lequel 21 est une incontinence sévère et 0 une absence d'incontinence. Le résultat peut

être classé par catégories (Petter Rodrigues et al, 2020). La 4<sup>ème</sup> et dernière question permet de définir le type d'incontinence urinaire et ne participe pas au score total.

L'outil Blueback est un dispositif médical de classe 1 certifié CE. C'est un appareil connecté de biofeedback. Il permet de mesurer et visualiser la contraction relative du transverse de l'abdomen par une technique d'EMG de surface. L'appareil utilise un algorithme de calcul qui permet d'obtenir l'activité du transverse sans la participation des autres abdominaux. Il est composé de 2 paires d'électrodes principales à installer sur la partie basse et superficielle du transverse c'est-à-dire médialement à chaque épine iliaque antéro-supérieure (Figure 5). Une électrode de référence est à placer au-dessus d'une crête iliaque afin de contrôler la contraction des autres muscles. Le positionnement de ces électrodes doit être vérifié au cours des différents exercices. Ces électrodes sont reliées à un boîtier Bluetooth contenu dans une ceinture qui est à positionner autour de la taille. Ce boîtier est connecté à une application qui peut être affichée sur écran pour visualiser la courbe de contraction en temps réel (biofeedback). Avant les mesures, il est nécessaire de réaliser une calibration de l'appareil. La calibration est habituellement réalisée sur la toux. Les valeurs de contraction seront alors exprimées en % de contraction par rapport à la calibration. Les mesures possèdent une précision de 100ms. Une étude de Pautard et al (2020) a permis de vérifier la fiabilité de l'appareil Blueback sur des sujets sains en comparaison aux méthodes de palpation et de mesure par ultrasons. Il a été trouvé que le système EMG Blueback permettait le plus souvent de détecter la contraction du transverse plus rapidement qu'en utilisant les ultrasons.



*Figure 5 : Placement des électrodes par Pautard et al (2020).*

*La ligne horizontale représente la ligne entre les épines iliaques antéro-supérieures.*

#### 4. Analyse des données

Cette recherche prend la forme d'une étude transversale avec 2 groupes. Les données récoltées lors de l'entretien et des enregistrements EMG sont stockées sur un fichier Excel sécurisé par un mot de passe. Les données sont pseudo-anonymes, c'est-à-dire que les noms des participantes sont remplacés par des numéros. Des statistiques descriptives sont utilisées dans un premier temps afin d'obtenir les moyennes et écart-types sur chaque donnée. On crée 2 groupes différents afin de comparer les données entre sportives saines et incontinentes. En fonction du résultat au questionnaire ICIQ-SF, la participante sera attribuée au groupe « incontinence » (INC) ou au groupe « continence » (CONT). Tout score  $\geq 1$  sera considéré comme suffisant pour intégrer le groupe de femmes incontinentes. On vérifiera l'homogénéité des groupes avec un test de Student sur échantillons indépendants pour l'âge, l'IMC et les heures de sport par semaine.

Concernant les statistiques inférentielles, elles sont réalisées sur le logiciel Jasp pour tester si les résultats sont significatifs. Pour chaque test une valeur de  $p < 0,05$  sera considérée comme significative et représentée par « \* » sur les figures. Cela correspond à un intervalle de confiance à 95% et un risque d'erreur de 5%. La taille d'effet a été estimée avec le D de Cohen pour les tests de Student ou avec l'éta au carré  $\eta^2$  pour les tests Anova. Un effet de taille important est fixé au dessus de 0,8 ou en-dessous de -0,8 pour le D de Cohen et au-dessus de 0,14 pour  $\eta^2$ .

On réalise d'abord le test Anova pour chaque exercice (gainage ou sauts) en comparant les 3 consignes (libre, transverse ou périnée) et en séparant les 2 groupes. Ensuite pour comparer chaque consigne entre elles on réalise un test de Student sur échantillons appariés. Enfin, pour comparer les 2 groupes (INC et CONT), un test de Student sur échantillons indépendants sera réalisé pour chaque exercice. Pour finir, des calculs de corrélations seront effectués sur l'ensemble des participantes (les 2 groupes réunis). On recherchera la corrélation entre l'activation du transverse sur chaque exercice avec le score ICIQ-SF.

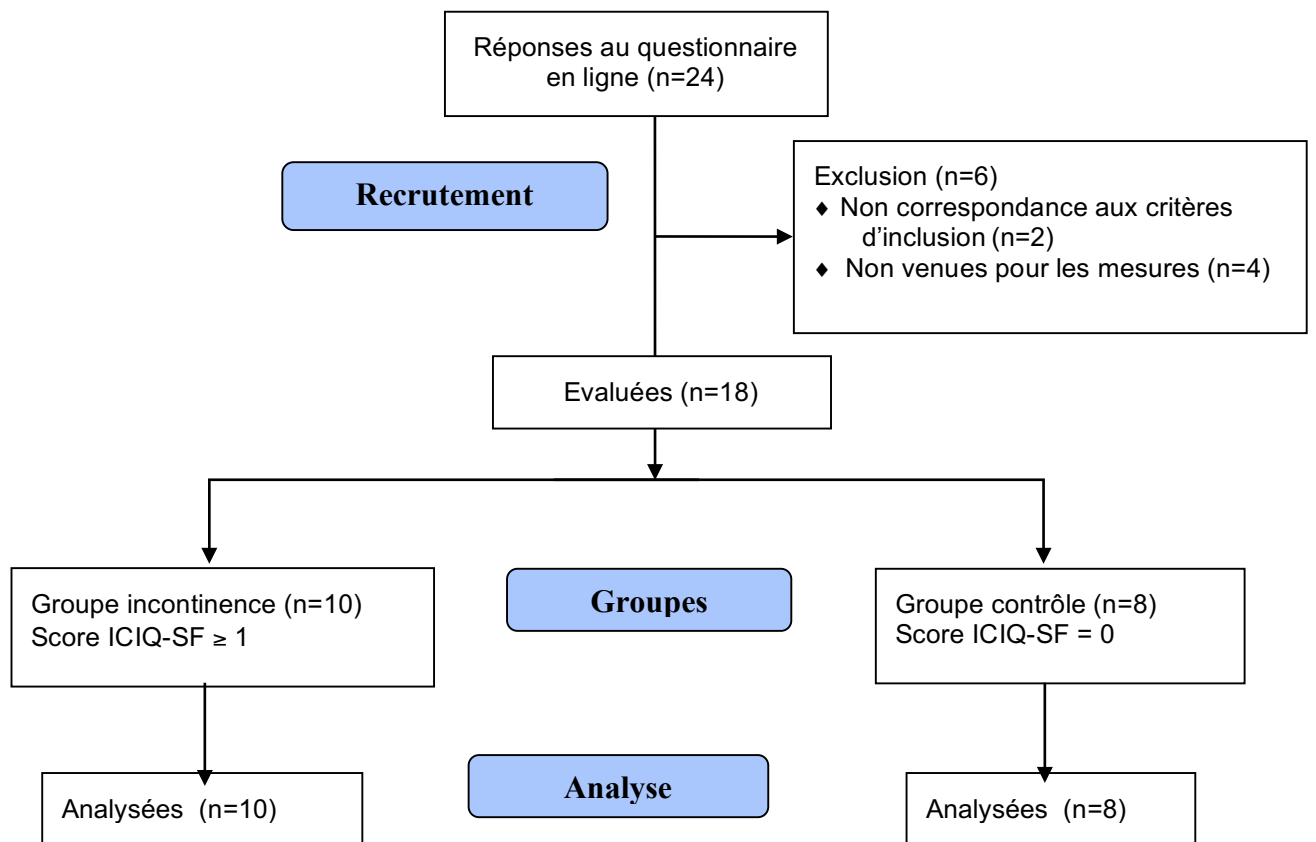
Pour le gainage et l'éducation on évaluera l'activation moyenne du transverse sur les 5 contractions réalisées. Pour chaque contraction on fait la moyenne sur 5s à partir du 1<sup>er</sup> pic de contraction. On choisit de ne pas analyser sur les 6s de contraction prévues car il y a une latence différente de contraction pour chaque participante. Pour les tests de saut on notera le plus haut pic de contraction du transverse et on fera la moyenne des 5 sauts.

## V. Résultats

### 1. Participantes

A travers le recrutement des participantes, 24 réponses au questionnaire en ligne ont été récoltées. 2 volontaires n'ont pas pu être incluses pour cause de connaissances trop importantes sur le muscle transverse de l'abdomen, qualifiées comme « excellentes connaissances ». Ces personnes justifient aussi d'une expérience en stage ou formation sur ce sujet. Aussi, 4 participantes n'ont pas pu réaliser les mesures sur les dates de l'expérience et n'ont donc pas pu être incluses dans l'étude. Deux participantes ont mentionné des antécédents gynécologiques : kystes ovariens pour l'une et utérus rétroversé pour l'autre. Nous avons décidé de les inclure tout en surveillant que leurs valeurs ne s'écartent pas trop de la moyenne des autres participantes. Au final 18 personnes ont pu être évaluées sur la totalité de l'expérience (Figure 6). Il s'agit de femmes nullipares de 21,5 ans en moyenne.

Les participantes ont été séparées en 2 groupes en fonction de leur score au questionnaire ICIQ-SF. On obtient ainsi un groupe INC composé de 10 femmes et un groupe CONT composé de 8 femmes. Ces groupes ont été comparés et n'ont pas montré de différences significatives en terme d'âge, IMC et fréquence de sport par semaine (Tableau III et Figure 7). On peut tout de même noter dans le groupe INC une tendance à une pratique sportive plus fréquente (356 min/semaine VS 218 min/semaine) avec une taille d'effet importante ( $D = -0,9$ ). La fréquence de sport a été calculée en faisant une moyenne sur une semaine d'activité sportive à risque uniquement, comme défini dans la partie « classification des sports ». Différents sports à risque sont pratiqués par les participantes : course à pied, musculation, tennis, handball, rugby, volley et danse. Nous avons choisi d'inclure le rugby dans les sports à risque bien que ce sport ne soit pas mentionné dans les classifications retrouvées dans la littérature. Ce choix est justifié par les phases de course présentes dans ce sport et les fortes contractions abdominales retrouvées lors des mêlées. Toutes les participantes avaient commencé très jeunes le sport, certaines pratiquent actuellement le sport à haut niveau de compétition et d'autres plutôt en loisirs. Elles réalisent pour la plupart du renforcement abdominal par des exercices variés.



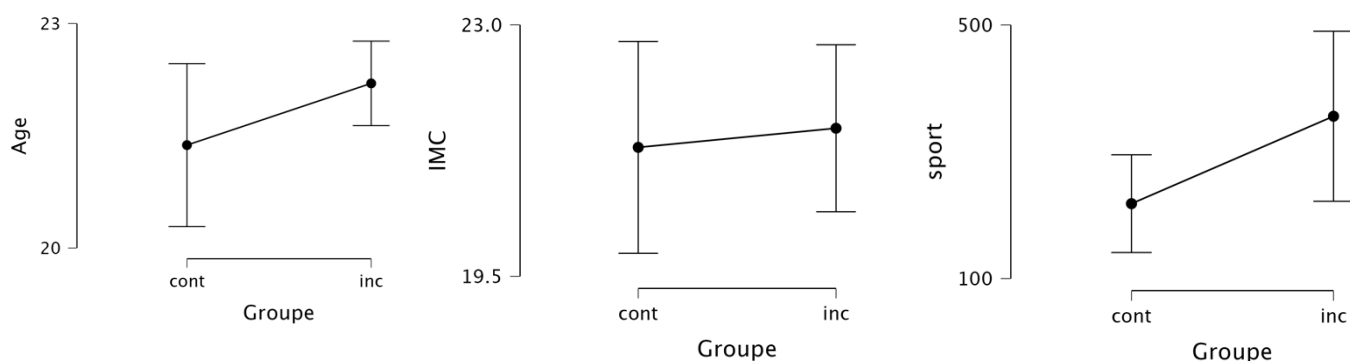
*Figure 6 : Diagramme de flux représentant les différentes étapes du recrutement jusqu'à l'analyse des participantes.*

*Tableau III : Résultats anthropométriques des participantes.*

*Les résultats sont exprimés sous la forme de moyenne (+/- écart-type).*

*Le test d'homogénéité a été réalisé par un Test de Student pour échantillons indépendants.*

	Groupe		Homogénéité	
	INC	CONT	p	D de Cohen
Age (ans)	22.2 (+/- 0.7)	21.4 (+/- 1.2)	0.116	-0.789
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	21.6 (+/- 1.5)	21.3 (+/- 1.6)	0.744	-0.158
Heures de sport (min/semaine)	356 (+/- 177.8)	218.1 (+/- 86.2)	0.076	-0.9



*Figure 7 : Graphiques des résultats anthropométriques en 3 parties : âge, IMC et heures de sport en min/semaine.*

## 2. Gainage

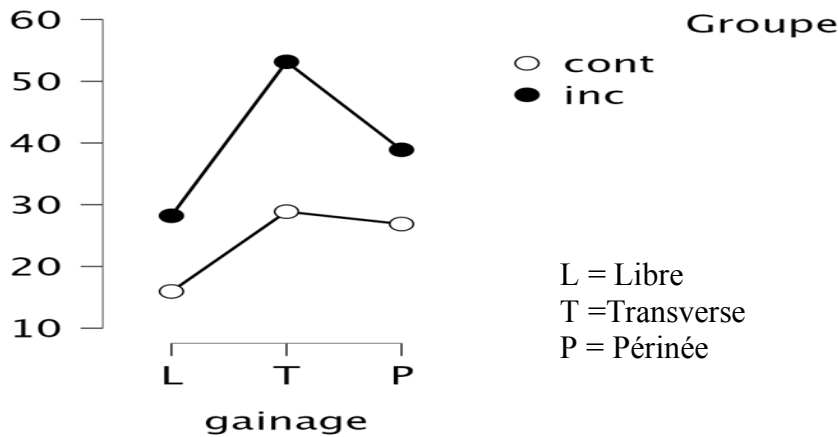
Nous avons commencé par comparer les 3 épreuves de gainage entre elles. Il s'agit du gainage libre (sans consigne), du gainage avec consigne de contraction du transverse et du gainage avec consigne de contraction du périnée. Ces 3 épreuves de gainage ont été comparées par un test ANOVA (Tableau IV et Figure 8) en séparant les 2 groupes (INC et CONT). Les résultats du test montrent des différences significatives en fonction de la consigne de gainage ( $p < 0,001$ ) avec une taille d'effet importante ( $\eta^2 = 0,167$ ). Il y a également des différences en fonction des groupes ( $p = 0,01$ ).

*Tableau IV : Résultats du test Anova de comparaison des moyennes au gainage libre/transverse/périnée en fonction du groupe INC/CONT.*

	Somme des carrés	df	Moyenne des carrés	F	p	$\eta^2$
gainage	3208.789	2	1604.394	9.167	< .001	0.167
gainage * Groupe	436.354	2	218.177	1.247	0.301	0.023
Residuals	5600.792	32	175.025			

	Somme des carrés	df	Moyenne des carrés	F	p	$\eta^2$
Groupe	3493.188	1	3493.188	8.582	0.010	0.181
Residuals	6512.440	16	407.028			



*Figure 8 : Graphique de l'activation du transverse sur les 3 épreuves de gainage en fonction du groupe.*

*L'activité du transverse est exprimée en % par rapport à la calibration.*

Pour préciser ces différences nous avons réalisé des tests T de Student sur échantillons appariés (Tableau VI) afin de comparer pour toutes les participantes la contraction du transverse en fonction des différentes consignes (Figure 9). La comparaison du gainage entre la consigne de contraction du transverse ou du périnée a montré une différence significative ( $p = 0,022$ ). En effet la contraction du transverse mesurée lors du gainage est plus élevée chez toutes les participantes lorsqu'on demande directement une contraction de transverse (moyenne = 42,4) que lorsque l'on demande une contraction du périnée (moyenne = 33,6) (Tableau V). Nous avons ensuite comparé le gainage libre avec les 2 consignes. La contraction du transverse lors

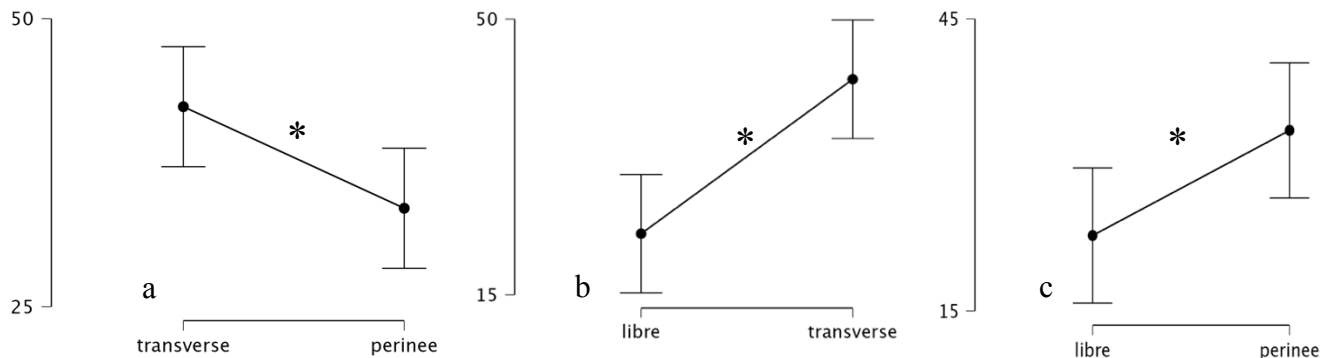
du gainage sans consigne est significativement inférieure à lorsqu'on demande la contraction du transverse ( $p = 0,001$  ;  $D = -0,917$ ) ou la contraction du périnée ( $p = 0,033$ ).

*Tableau V : Statistiques descriptives des 3 épreuves de gainage.*

	Statistiques descriptives		
	libre	périnée	transverse
Valide	18	18	18
Manquant	0	0	0
Moyenne	22.758	33.551	42.363
Ecart-type	16.381	16.890	19.751
Minimum	0.816	7.671	11.890
Maximum	74.192	75.275	78.549

*Tableau VI : Résultats du test T de Student sur échantillons appariés pour les 3 épreuves de gainage*

T-Test sur échantillons appariés					
Mesure 1	Mesure 2	t	df	p	D Cohen
transverse	- périnée	2.523	17	0.022	0.595
libre	- transverse	-3.891	17	0.001	-0.917
libre	- périnée	-2.322	17	0.033	-0.547



*Figure 9 : Graphiques de l'activation du transverse en comparant 2 à 2 les consignes données lors du gainage.*

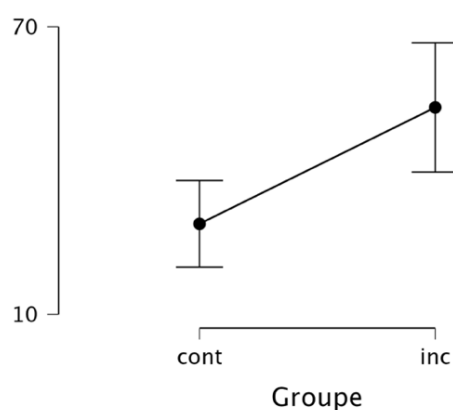
*L'activité du transverse est exprimée en % par rapport à la calibration.*

*a = transverse VS périnée ; b = libre VS transverse ; c = libre VS périnée.*

Puis nous avons réalisé des tests T de Student sur échantillons indépendants (Tableau VII) afin de comparer les 2 groupes sur chaque consigne de gainage. Les tests n'ont pas montré de différences significatives entre les 2 groupes. Cependant le groupe incontinence a tendance à montrer une contraction plus élevée du transverse lors des 3 épreuves de gainage et surtout lors du gainage avec consigne de contraction du transverse (moyenne INC = 53,2 ; moyenne CONT = 28,9 ;  $p = 0,05$  ;  $D = -1,533$ ) (Figure 10).

*Tableau VII : Résultats statistiques du test T de Student sur échantillons indépendants pour le gainage sur chaque consigne.*

Gainage	Moyenne INC	Moyenne CONT	Moyenne Totale	Ecart-type	p	D de Cohen
Libre	28.205	15.949	22.758	16.381	0.117	-0.786
Transverse	53.152	28.876	42.363	19.751	0.05	-1.533
Périnée	38.896	26.870	33.551	16.890	0.137	-0.742



*Figure 10 : Graphique de comparaison des moyennes d'activation du transverse pour le gainage avec consigne de contraction du transverse en comparant les 2 groupes.*

*L'activité du transverse est exprimée en % par rapport à la calibration.*

### 3. Sauts

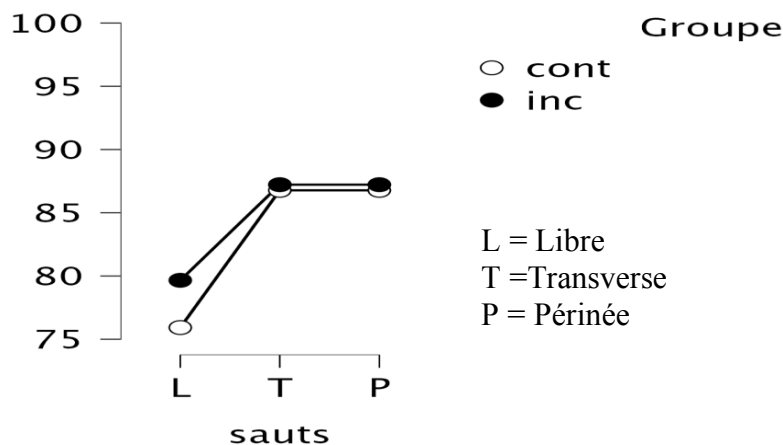
Nous avons ensuite comparé les 3 épreuves de sauts entre elles. Il s'agit des sauts libres (sans consigne), des sauts avec consigne de contraction du transverse et des sauts avec consigne de contraction du périnée. Ces 3 épreuves de sauts ont été comparées par un test ANOVA (Tableau VIII et Figure 11) en séparant les 2 groupes (INC et CONT). Les résultats du test montrent des différences significatives en fonction de la consigne des sauts ( $p = 0,024$ ) mais pas de différence significative en fonction des groupes ( $p = 0,849$ ). La contraction du transverse lors des sauts est donc différente selon la consigne donnée.

*Tableau VIII : Résultats du test Anova de comparaison des moyennes pour les sauts libre/transverse/périnée en fonction du groupe INC/CONT.*

	Somme des carrés	df	Moyenne des carrés	F	p	$\eta^2$
sauts	1004.231	2	502.116	4.185	0.024	0.054
sauts * Groupe	32.071	2	16.036	0.134	0.875	0.002
Residuals	3839.069	32	119.971			

	Somme des carrés	df	Moyenne des carrés	F	p	$\eta^2$
Groupe	31.690	1	31.690	0.037	0.849	0.002
Residuals	13567.152	16	847.947			



*Figure 11 : Graphique de l'activation du transverse sur les 3 épreuves de sauts en fonction du groupe.*

*L'activité du transverse est exprimée en % par rapport à la calibration.*

Pour préciser ces différences nous avons réalisé des tests T de Student sur échantillons appariés (Tableaux IX et X) afin de comparer pour toutes les participantes la contraction du transverse en fonction des différentes consignes (Figure 12). La comparaison des sauts entre la consigne de contraction du transverse ou du périnée n'a pas montré de résultats significatifs mais une tendance ( $p = 0,052$ ) qui traduit une plus forte contraction du transverse lorsque la consigne concerne le transverse en comparaison à la consigne périnée. Nous avons ensuite comparé les sauts libres avec les 2 consignes. Les tests n'ont pas montré de résultats significatifs

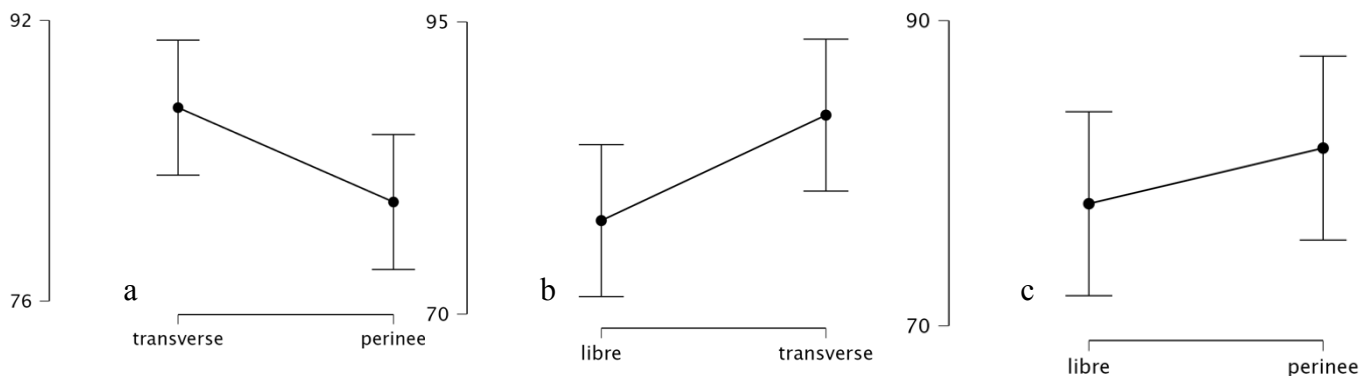
mais on observe une tendance à une plus faible contraction du transverse sans consigne plutôt que lorsqu'on ajoute une consigne notamment la consigne du transverse ( $p = 0,054$ ).

*Tableau IX : Statistiques descriptives des 3 épreuves de sauts.*

*Tableau X : Résultats du test T de Student sur échantillons appariés pour les 3 épreuves de sauts.*

Statistiques descriptives			
	libre	périnée	transverse
Valide	18	18	18
Manquant	0	0	0
Moyenne	78.000	81.644	87.022
Ecart-type	23.298	20.357	15.570
Minimum	31.000	29.400	40.600
Maximum	100.000	100.000	100.000

T-Test sur échantillons appariés					
Mesure 1	Mesure 2	t	df	p	D Cohen
transverse	- périnée	2.085	17	0.052	0.491
libre	- transverse	-2.071	17	0.054	-0.488
libre	- périnée	-0.902	17	0.379	-0.213



*Figure 12 : Graphiques de l'activation du transverse en comparant 2 à 2 les consignes données lors des sauts.*

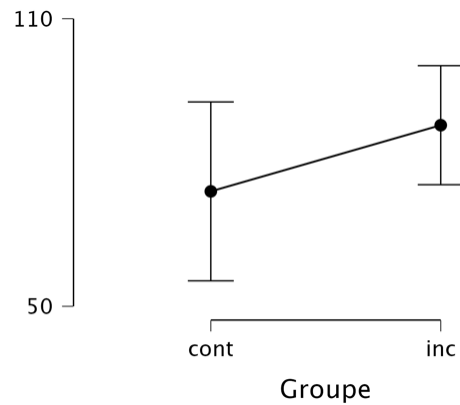
*L'activité du transverse est exprimée en % par rapport à la calibration.*

*a = transverse VS périnée ; b = libre VS transverse ; c = libre VS périnée.*

Puis nous avons réalisé des tests T de Student sur échantillons indépendants (Tableau XI) afin de comparer les 2 groupes sur chaque épreuve de sauts. Les tests n'ont pas montré de différences significatives entre les 2 groupes. La contraction du transverse semble donc similaire entre les 2 groupes lors des sauts peu importe la consigne donnée. On peut quand même noter une tendance dans le groupe incontinence à montrer une contraction plus élevée du transverse avec la consigne de contraction du périnée ( $p = 0,159$ ) en comparaison au groupe CONT (Figure 13).

*Tableau XI : Résultats statistiques du test T de Student sur échantillons indépendants pour les sauts sur chaque consigne.*

Sauts	Moyenne INC	Moyenne CONT	Moyenne Totale	Ecart-type	p	D de Cohen
Libre	79.660	75.925	78.000	23.298	0.746	-0.156
Transverse	87.220	86.775	87.022	15.570	0.954	-0.028
Périnée	87.780	73.975	81.644	20.357	0.159	-0.701



*Figure 13 : Graphique de comparaison des moyennes d'activation du transverse pour les sauts avec consigne de contraction du périnée en comparant les 2 groupes. L'activité du transverse est exprimée en % par rapport à la calibration.*

#### **4. Education**

Pour l'éducation en position de décubitus dorsal, nous avons réalisé directement des tests T de Student car il n'y avait que 2 consignes à comparer, la consigne de contraction du transverse et celle de contraction du périnée. Nous avons d'abord réalisé un test sur échantillons appariés (Tableaux XII et XIII) pour comparer chez l'ensemble des participantes la contraction du transverse selon la consigne donnée. La contraction du transverse était significativement plus élevée lorsque la consigne concernait le transverse en comparaison à la consigne de contraction du périnée ( $p < 0,001$  ;  $D = 1,254$ ) (Figure 14).

Tableau XII : Statistiques descriptives de l'éducation transverse/périnée.

Statistiques descriptives		
	transverse	périnée
Valide	18	18
Manquant	0	0
Moyenne	41.265	14.458
Ecart-type	20.232	14.549
Minimum	3.263	1.404
Maximum	72.169	54.114

Tableau XIII : Résultats du test T de Student sur échantillons appariés pour comparer l'éducation avec les consignes transverse et périnée.

T-Test sur échantillons appariés					
Mesure 1	Mesure 2	t	df	p	D Cohen
transverse - périnée		5.319	17	< .001	1.254

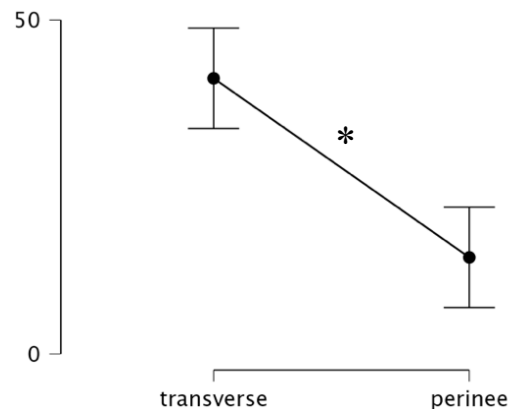


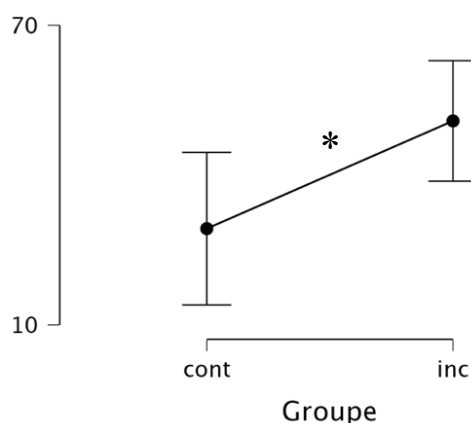
Figure 14 : Graphique de l'activation du transverse en comparant les consignes transverse et périnée lors de l'éducation.

*L'activité du transverse est exprimée en % par rapport à la calibration.*

Puis nous avons comparé les 2 groupes en réalisant des tests T de Student sur échantillons indépendants (Tableau XIV). L'éducation avec consigne de contraction du transverse a montré des différences significatives entre les 2 groupes ( $p = 0,019$  ;  $D = -1,233$ ) (Figure 15). En effet le groupe INC (moyenne = 50,8) montre une plus forte contraction du transverse que le groupe CONT (moyenne = 29,3). Concernant l'éducation avec consigne de contraction du périnée, il n'y avait pas de différence significative entre les groupes ( $p = 0,307$ ).

*Tableau XIV : Résultats statistiques du test T de Student sur échantillons indépendants pour l'éducation sur chaque consigne.*

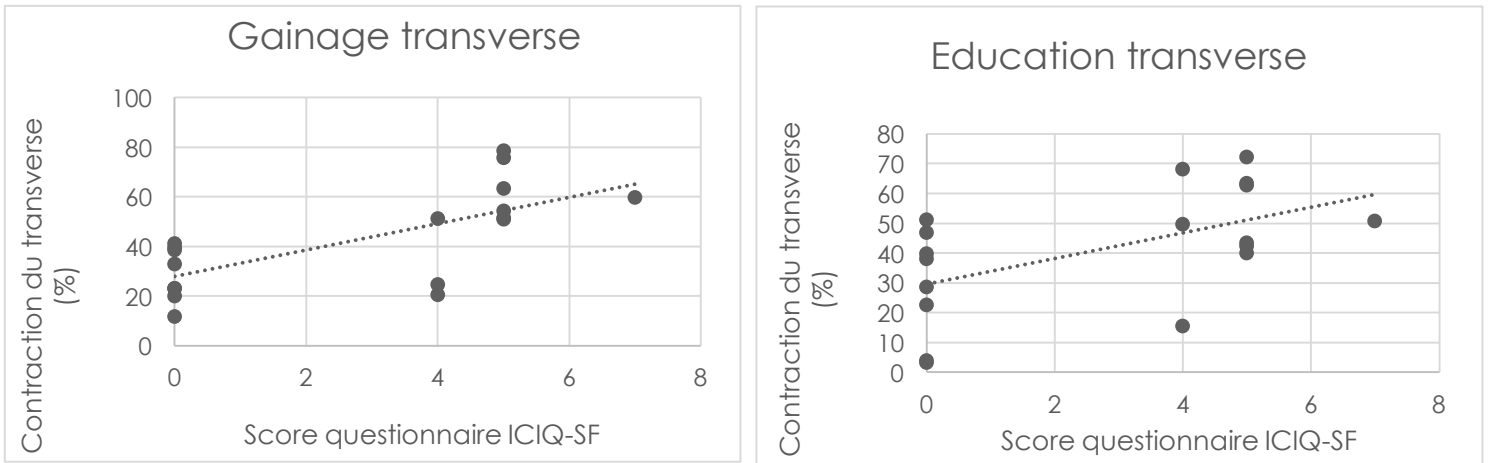
Education	Moyenne INC	Moyenne CONT	Moyenne Totale	Ecart-type	p	D de Cohen
Transverse	50.849	29.285	41.265	20.232	0.019	-1.233
Périnée	17.686	10.424	14.458	14.549	0.307	-0.501



*Figure 15 : Graphique de comparaison des moyennes d'activation du transverse pour l'éducation avec consigne de contraction du transverse en comparant les 2 groupes. L'activité du transverse est exprimée en % par rapport à la calibration.*

## 5. Corrélations

Pour finir nous avons effectué des tests de corrélations entre le score obtenu au questionnaire ICIQ-SF et la contraction du transverse sur les différentes épreuves (Figure 16). Cela permet de rechercher un lien entre la sévérité de l'incontinence et la contraction du transverse. Les tests ont montré des résultats significatifs de corrélation entre le questionnaire et la contraction lors du gainage avec consigne sur le transverse ( $p = 0,001$ ) avec un coefficient positif ( $r = 0,697$ ). Il s'agit d'un lien positif entre ces deux variables ce qui montre que plus l'incontinence est importante (score élevé) plus la contraction du transverse est élevée sur cette épreuve. De même lors de l'éducation en position de décubitus dorsal avec consigne sur le transverse ( $p = 0,018$  ;  $r = 0,549$ ). Ces résultats ne certifient pas de lien de causalité car il pourrait y avoir des facteurs confondants. Les autres corrélations testées n'ont pas montré de résultats significatifs.



*Figure 16 : Graphiques de l'activation du transverse en fonction du score au questionnaire ICIQ-SF sur les épreuves du gainage et d'éducation avec consigne de contraction du transverse.*

## **VI. Discussion**

### **1. Interprétation des résultats avec la littérature**

Dans cette étude on retrouve 10 sportives incontinentes sur 18 sportives évaluées avec le questionnaire ICIQ-SF. Cela donne une prévalence de 55% d'incontinences dans notre population ce qui est largement supérieur à la prévalence de 25% retrouvée dans la méta-analyse de Pires et al (2020). Cela peut s'expliquer par l'annonce du thème des incontinences à l'avance pour le recrutement ce qui a pu ainsi intéresser davantage les personnes concernées par ce problème. Cependant le score ICIQ-SF est un auto-questionnaire subjectif qui ne nous permet pas de déterminer précisément la présence d'incontinence. La majorité des participantes avaient peu de connaissances sur le périnée et le transverse ce qui est en accord avec l'étude de De Freitas et al (2018). Seulement 2 participantes sur 24 ayant répondu au questionnaire ont mentionné avoir d'excellentes connaissances sur le transverse suite à des formations ou stage dans le domaine de rééducation abdomino-pelvienne.

Lors de l'analyse EMG nous avons observé des différences de contraction du transverse en fonction des épreuves réalisées. En effet le transverse s'active davantage lors des sauts (environ 85%) en comparaison au gainage (environ 35%) et à l'éducation en décubitus dorsal (environ 25%). Cela confirme que les sports qui intègrent des sauts et des impacts sollicitent fortement le transverse ce qui peut créer une augmentation de pression intra-abdominale à risque (Nketiah et al, 2014 ; Pires et al, 2020). La contraction du transverse varie également en fonction de la consigne donnée aux participantes. Sans consigne donnée, l'activité du transverse est la plus faible notamment sur le gainage (Tableaux V et VI). En effet, il a été prouvé par Kong et al (2016) que le gainage active le muscle transverse, cependant cette activation apparaît limitée spontanément et sollicite peut-être davantage les muscles abdominaux superficiels. Par ailleurs, on remarque lors de la réalisation du protocole que les participantes ont tendance à bloquer leur respiration. Nous avons ainsi ajouté une consigne de respiration lors des épreuves en sachant que le transverse et le plancher pelvien se contractent sur l'expiration forcée. Cette expiration associée à une consigne de contraction volontaire du transverse par auto-grandissement et affinage de la taille a permis d'augmenter l'activation du transverse sur le gainage et les sauts pour l'ensemble des participantes.

Aussi, lorsque nous avons associé la consigne de respiration à la contraction volontaire du périnée, nous avons observé une augmentation de la contraction du transverse en comparaison aux épreuves sans consigne. Deux explications peuvent alors se présenter pour comprendre

cela. D'une part on peut penser que la contraction du plancher pelvien entraîne une co-contraction du transverse comme montré par Junginger et al (2009) et Sapsford et al (2000). D'autre part on peut penser que la seule consigne d'expiration lors de l'effort suffit à augmenter la contraction du transverse étant un muscle expirateur accessoire. Il est aussi possible que les 2 consignes aient participé à l'augmentation de la contraction du transverse. Il aurait fallu séparer la consigne de respiration et de contraction du plancher pelvien pour conclure précisément sur cela. Enfin, les épreuves avec consigne ciblée sur le périnée ont montré une augmentation plus faible de l'activation du transverse en comparaison aux épreuves avec contraction volontaire du transverse. Il aurait été intéressant d'associer les consignes périnée et transverse comme dans l'étude de Critchley (2002) qui a remarqué que le fait d'ajouter une contraction anticipée du plancher pelvien permettait une meilleure contraction du transverse.

Nous avons également observé des différences de contraction du transverse en fonction des groupes. En effet, tous les résultats tendent à montrer une plus forte contraction du transverse dans le groupe INC. Cela était statistiquement significatif sur l'éducation avec consigne de contraction volontaire du transverse (Tableau XIV). De plus, sur les corrélations (Figure 16) on observe que plus l'incontinence est importante plus le transverse a une activation forte. Cependant, le calcul du nombre de sujets nécessaires sur le site « biostatsgv » a montré qu'il faudrait un total de 38 participantes soit 19 dans chaque groupe pour pouvoir conclure de manière certaine. Ces résultats sont tout de même en accord avec la recherche de Arab & Chehrehazi (2010) qui montre, lors de la contraction du plancher pelvien, que l'épaisseur du muscle transverse a tendance à augmenter davantage dans le groupe de femmes incontinentes.

L'incontinence peut alors être expliquée par le fonctionnement du caisson abdominal qui est un constant équilibre entre 3 éléments : le diaphragme, les abdominaux et le plancher pelvien (Figure 3). Si les abdominaux ont une très forte activation cela peut augmenter les pressions intra-abdominales. Si cette pression dépasse la limite supportée par le plancher pelvien cela pourrait être à l'origine d'incontinences (Pires et al, 2020). La contraction simultanée du plancher pelvien n'a pas été vérifiée dans notre recherche. Cependant, nous avons aussi une possibilité de facteur confondant qui pourrait expliquer un transverse plus fort dans le groupe INC. Il s'agit de la quantité de sport qui a tendance à être plus importante dans le groupe INC de notre recherche. Or la fréquence, durée et intensité d'entraînement est en lien avec la survenue d'incontinences comme le désigne le terme « HIFIT » (High Impact Frequent Intense Training) (Kruger et al, 2007 ; Kruger et al, 2005 ; Maître et Harvey, 2011). De plus on comprend aisément qu'un entraînement plus fréquent entraîne un renforcement accentué du transverse qui pourrait alors s'activer davantage sur les épreuves testées.

## 2. Intérêts pratiques

Il apparaît dans cette étude que malgré une prévalence élevée d'incontinences, aucune des participantes n'a déjà consulté un professionnel de santé pour ce trouble. Le besoin d'information des femmes sportives semble alors important. Ce besoin avait déjà été soulevé par De Freitas et al (2018). Sachant l'impact de ce dysfonctionnement, les professionnels de santé devraient intégrer dans l'interrogatoire des femmes sportives un questionnaire sur les incontinences par exemple via des questionnaires dédiés (Piernicka et al, 2021). Aussi, lors des bilans initiaux, une évaluation de l'ensemble du caisson abdominal semble pertinente. Les coachs sportifs pourraient aussi participer à l'information des sportives et prêter attention à leur manière d'optimiser la performance des femmes.

Les résultats d'activité EMG du transverse appuient le fait que la rééducation abdomino-pelvienne chez les sportives s'écarte de celle des femmes en post-partum. En effet la pratique habituelle en post-partum s'appuie sur un renforcement du plancher pelvien et des abdominaux. Le renforcement du plancher pelvien ou « pelvic floor muscle training » constitue une recommandation de Grade A pour traiter les incontinences à 3 mois post-partum (Deffieux et al, 2015). Pour la rééducation abdominale, bien qu'il y ait un manque de preuve sur son bénéfice en post-partum, cela reste fréquemment utilisé notamment pour limiter le diastasis (Deffieux et al, 2015). Aussi, cela est cohérent pour le traitement des incontinences car les femmes incontinentes à 2 mois post-partum ont une épaisseur du transverse diminuée par rapport aux femmes continentales (Madokoro & Miaki, 2019).

Chez les sportives le renforcement spécifique du transverse ne semble pas pertinent car celui-ci est déjà assez puissant ou même trop puissant dans notre étude. De même pour le plancher pelvien qui serait également très fort chez les sportives incontinentes d'après les études de Kruger et al (2005) et Dos Santos et al (2018). Il s'agit ici de résultats statistiques, cependant chaque personne doit être évaluée par un bilan complet du caisson abdominal avant d'entamer un traitement. Il est aussi important de rappeler que ces résultats s'appliquent à la population de sportives jeunes, nullipares, avec IMC normal et sans antécédents gynécologiques associés. Les résultats ne peuvent pas être strictement étendus à d'autres populations.

Sorrigueta-Hernández et al (2020) ont montré dans leur méta-analyse que les sportives incontinentes avaient des réponses différentes au traitement de kinésithérapie en fonction du sport pratiqué. 6 articles sur 18 ont montré davantage de résultats d'un traitement kinésithérapique sur les sportives incontinentes que sur le groupe contrôle. Il serait intéressant

de spécifier les techniques utilisées pour comprendre ces résultats. Da Roza et al (2014) suggèrent que l'efficacité d'un travail du plancher pelvien n'est pas directement liée au renforcement mais plutôt à un meilleur contrôle moteur qui permet une contraction plus rapide du plancher pelvien et une meilleure co-contraction avec les abdominaux. En effet, une bonne synchronisation entre le transverse et le plancher pelvien est à rechercher dans les exercices de rééducation. Cependant cela n'est pas simple à évaluer de manière précise en clinique. Cette co-contraction peut aussi être retrouvée dans des activités comme le yoga (Huang et al 2019 ; Wieland et al, 2020) ou le pilates (Chmielewska et al, 2019) qui commencent à être étudiées pour le traitement des femmes incontinentes.

Un autre point sur lequel il serait intéressant de se concentrer en rééducation serait le timing de contraction du plancher pelvien avec une anticipation lors des impacts (Koenig et al, 2020). Cela est intéressant dans le cas des sportives qui montrent en général une contraction retardée du plancher pelvien face à une augmentation de pression intra-abdominale (Da Roza et al, 2014). On parle de « knack contraction » ou contraction consciente anticipée en rééducation mais il faudrait que cette contraction devienne automatique pour être efficace dans l'ensemble de la pratique sportive (Da Roza et al, 2014 ; Piernicka et al, 2021). Aussi, un protocole axé sur la contraction involontaire du plancher pelvien a été testé par Luginbuehl et al (2021). Cette contraction involontaire est retrouvée au quotidien dans la toux, l'éternuement et les gestes sportifs. Par rapport à un protocole classique axé sur la contraction volontaire, les 2 ont montré une amélioration des symptômes d'incontinence sans différence entre les 2 groupes. Cependant avec une population ciblée sur les sportives cela pourrait être davantage pertinent.

Enfin, la dernière idée serait de se concentrer sur le 3<sup>ème</sup> élément du caisson abdominal qui est le diaphragme. Un moyen de diminuer la pression intra-abdominale serait de favoriser l'ascension du diaphragme notamment via l'expiration. De plus, la respiration est fortement intriquée avec l'activité du transverse (Dufour, 2017) et du plancher pelvien (Hodges et al, 2007 ; Talasz et al, 2009). L'étude de Hung et al (2010) a montré qu'un protocole intégrant un travail du diaphragme et des abdominaux profonds en plus du renforcement du plancher pelvien était plus efficace pour réduire les incontinences qu'un travail seul du plancher pelvien. Pour toutes ces raisons il est important d'associer le diaphragme et la respiration au renforcement abdomino-pelvien en rééducation. De même dans le domaine de l'entraînement sportif où il est intéressant d'associer l'expiration lors des exercices pour une meilleure activation du transverse et pour diminuer les pressions via l'ascension du diaphragme. Il est possible d'associer la respiration dans n'importe quel exercice soit de manière lente (lors du gainage) ou de manière rapide (lors des sauts). Cependant cela n'est pas évident au départ pour les sportives qui sont

habituées à bloquer leur respiration lors des efforts, comme nous l'avons remarqué dans notre protocole.

### **3. Limites et futures recherches**

Parmi les limites de cette étude on peut évoquer les différences (non significatives) entre les groupes en terme d'âge et surtout pour la quantité de sport par semaine. De plus tous les sports ont été inclus tant qu'ils faisaient partie de la classification à risque (course, musculation, tennis...) mais ceux-ci ne sont pas forcément tout à fait comparables en terme d'impacts. Cela pourrait être considéré comme un biais de sélection des participantes. Il serait pertinent de séparer les sports isométriques et dynamiques (Tableau II) pour les comparer au niveau du transverse. Une solution serait de comparer au sein d'une même équipe de sport les sportives incontinentes ou non. Ainsi les participantes présenteront entre elles des caractéristiques d'entraînement très proches et donc comparables.

De plus, différents niveaux d'entraînement sont présents (international, national, régional ou loisir) qui impliquent des entraînements avec des intensités différentes en fonction des femmes et donc plus ou moins d'impact sur le périnée. Certaines études n'ont inclus que les sportives de haut niveau (Kruger et al, 2005 et 2007 ; Nketiah et al, 2014) et d'autres seulement les sportives de loisir (Salvatore et al, 2008). Il pourrait aussi être intéressant de faire plus de groupes pour comparer chaque niveau d'incontinence. Aussi, nous avons décidé d'inclure dans cette étude les différents types d'incontinences mais il est possible de séparer l'analyse des incontinences d'effort, d'urgenterie et mixte. Ainsi l'analyse statistique pourrait être davantage significative sur des groupes très similaires. Une autre façon de rendre les groupes encore plus comparables serait de faire des binômes d'âge et/ou IMC équivalents comme dans les études de Kruger et al (2005 et 2007), Lemos et al (2018) et Calvo-lobo et al (2019).

Concernant l'utilisation de l'appareil Blueback, cette étude a montré la possibilité de l'utiliser pour évaluer le muscle transverse de l'abdomen sur des femmes incontinentes et lors d'exercices actifs. Il s'agit d'un nouvel outil simple d'utilisation et sans préoccupation éthique qui devrait être davantage utilisé dans les prochaines études. En effet, peu d'articles utilisent l'EMG de surface pour le transverse. Nous avons trouvé un article utilisant cet outil pour évaluer les différents abdominaux dont le transverse, il s'agit de l'étude de Madill & McLean (2006). Cependant dans ce cas des interférences peuvent exister entre les différents muscles. En général les études utilisent l'échographie pour une mesure d'épaisseur du muscle (Arab & Chehrehrazi, 2010 ; Critchley, 2002 ; Kim et al, 2013 ; Madokoro & Miaki, 2019 ; Silitertpisan

et al, 2011). Cet outil est moins accessible en terme de coût et nécessite une personne experte pour l'utilisation et l'interprétation. Il est également possible d'utiliser l'EMG intramusculaire (Junginger et al, 2009 ; Sapsford et al, 2000) mais l'aspect invasif limite son utilisation. De plus, ces 2 dernières méthodes seraient difficiles à réaliser de manière précise lors des sauts ou d'autres mouvements.

Cependant, un facteur limitant de notre appareil de mesure qui est apparu lors de l'analyse des résultats est la saturation du signal EMG. En effet, lors des sauts nous avons remarqué beaucoup de valeurs qui atteignent les 100%. Nous en avons déduit que la contraction du transverse lors des sauts est très forte et dépasserait la contraction lors de la toux qui avait été utilisée pour la calibration. La calibration sur la toux n'était pas optimale pour ce protocole et il serait alors préférable de calibrer cet appareil sur les sauts directement pour les prochaines études utilisant ce type d'exercice. Cette saturation a probablement empêché d'observer des différences lors des sauts car toutes les participantes avaient une contraction proche des 100%.

Les prochaines études devraient s'intéresser à la co-contraction du transverse et du plancher pelvien en simultané par exemple en utilisant 2 systèmes de mesures synchronisés afin de mieux comprendre les interactions entre ces éléments comme suggéré par Dos Santos et al (2018). Cela pourrait permettre de détecter des déséquilibres entre les 2 muscles. On pourrait également penser à ajouter un timing précis de contraction lors de l'expérience afin de déceler d'éventuels retards de contraction comme dans les études de Koenig et al (2020) et Leitner et al (2019). Des retards de relâchement peuvent aussi être observés (Leitner et al, 2019) et pourraient être en lien avec l'hypertonie. Par exemple un transverse qui s'activerait avant le plancher pelvien lors d'un saut pourrait entraîner des forces de pression dirigées vers le bas. D'autres domaines peu étudiés devraient pouvoir émerger face aux constatations précédentes. L'évaluation de programmes de prévention chez les sportives pourrait diminuer l'apparition d'incontinences urinaires sur le long terme. En effet, une étude de Piernicka et al (2021) a montré qu'un programme de 6 semaines d'exercices du plancher pelvien en plus de la pratique de sport à impacts chez des jeunes femmes nullipares permettait de maintenir une bonne fonction du plancher pelvien voir même de l'améliorer. Enfin, l'impact sur la performance devrait être étudiée. Il semblerait logique qu'un meilleur contrôle du caisson abdominal permette une meilleure performance sportive.

## **VII. Conclusion**

Cette étude a révélé des informations sur le muscle transverse de l'abdomen chez les jeunes sportives nullipares. Ce muscle présente une activation différente en fonction des exercices testés. Il s'active davantage lors des sauts que lors du gainage et de l'éducation. Les consignes données vont aussi faire varier l'activation du transverse. La réalisation des exercices sans consigne montre l'activation la plus faible du transverse. L'activation du transverse augmente en associant une expiration et une contraction volontaire du périnée et encore davantage avec une contraction volontaire du transverse. De plus le muscle transverse semble présenter un lien avec les incontinences dans cette population. En effet, dans cette étude les sportives incontinentes ont une plus forte activation du transverse que les sportives continentales. D'autres recherches sont nécessaires pour préciser ce lien ainsi que pour rechercher des pistes de prévention et de traitement des incontinences chez les sportives.

## VIII. Bibliographie

- Arab, A.M., & Chehrebrazi, M. (2010). Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles in women with and without stress urinary incontinence using ultrasound imaging. <https://www.ics.org/Abstracts/Publish/105/001010.pdf>
- Ben Ami, N., & Dar, G. (2018). What is the most effective verbal instruction for correctly contracting the pelvic floor muscles? *Neurourology and Urodynamics*, 37(8), 2904-2910. <https://doi.org/10.1002/nau.23810>
- Bø, K., Brækken, I. H., Majida, M., & Engh, M. E. (2008). Constriction of the levator hiatus during instruction of pelvic floor or transversus abdominis contraction: a 4D ultrasound study. *International Urogynecology Journal*, 20(1), 27-32. <https://doi.org/10.1007/s00192-008-0719-3>
- Bø, K., Sherburn, M., & Allen, T. (2003). Transabdominal ultrasound measurement of pelvic floor muscle activity when activated directly or via a transversus abdominis muscle contraction. *Neurourology and Urodynamics*, 22(6), 582-588. <https://doi.org/10.1002/nau.10139>
- Bordoni, B., Sugumar, K. & Leslie, S. W. (2020). Anatomy, Abdomen and Pelvis, Pelvic Floor. *StatPearls Publishing*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482200/>
- Brown, P. I., Venables, H. K., Liu, H., de-Witt, J. T., Brown, M. R., & Faghy, M. A. (2013). Ventilatory muscle strength, diaphragm thickness and pulmonary function in world-class powerlifters. *European Journal of Applied Physiology*, 113(11), 2849-2855. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2726-4>
- Bush, H. M., Pagorek, S., Kuperstein, J., Guo, J., Ballert, K. N., & Crofford, L. J. (2013). The Association of Chronic Back Pain and Stress Urinary Incontinence. *Journal of Women's Health Physical Therapy*, 37(1), 11-18. <https://doi.org/10.1097/jwh.0b013e31828c1ab3>
- Butrick, C. W. (2009). Pelvic Floor Hypertonic Disorders : Identification and Management. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*, 36(3), 707-722. <https://doi.org/10.1016/j.ogc.2009.08.011>
- Calvo-Lobo, C., Almazán-Polo, J., Becerro-de-Bengoa-Vallejo, R., Losa-Iglesias, M. E., Palomo-López, P., Rodríguez-Sanz, D., & López-López, D. (2019). Ultrasonography comparison of diaphragm thickness and excursion between athletes with and without lumbopelvic pain. *Physical Therapy in Sport*, 37, 128-137. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.03.015>
- Carvalhais, A., Araújo, J., Natal Jorge, R., & Bø, K. (2019). Urinary incontinence and disordered eating in female elite athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(2), 140-144. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.07.008>

- Champaneria, R., D'Andrea, R. M., & Latthe, P. M. (2015). Hormonal contraception and pelvic floor function : a systematic review. *International Urogynecology Journal*, 27(5), 709-722. <https://doi.org/10.1007/s00192-015-2833-3>
- Chmielewska, D., Stania, M., Kucab-Klich, K., Błaszczak, E., Kwaśna, K., Smykla, A., Hudziak, D., & Dolibog, P. (2019). Electromyographic characteristics of pelvic floor muscles in women with stress urinary incontinence following sEMG-assisted biofeedback training and Pilates exercises. *PLOS ONE*, 14(12), e0225647. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225647>
- Critchley, D. (2002). Instructing pelvic floor contraction facilitates transversus abdominis thickness increase during low-abdominal hollowing. *Physiotherapy Research International*, 7(2), 65-75. <https://doi.org/10.1002/pri.243>
- Critchley, D. J. & Coutts, F. J. (2002). Abdominal Muscle Function in Chronic Low Back Pain Patients. *Physiotherapy*, 88(6), 322-332. [https://doi.org/10.1016/s0031-9406\(05\)60745-6](https://doi.org/10.1016/s0031-9406(05)60745-6)
- Da Roza, T., Jorge, R., Mascarenhas, T., & Duarte, J. (2014). Urinary Incontinence in Sport Women : from Risk Factors to Treatment – A Review. *Current Women's Health Reviews*, 9(2), 77-84. <https://doi.org/10.2174/157340480902140102152031>
- Deffieux, X., Vieillefosse, S., Billecocq, S., Battut, A., Nizard, J., Coulm, B., & Thubert, T. (2015). Rééducation périnéale et abdominale dans le post-partum : recommandations. *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction*, 44(10), 1141-1146. <https://doi.org/10.1016/j.jgyn.2015.09.023>
- De Freitas, L. M., Bø, K., Fernandes, A. C. N. L., Uechi, N., Duarte, T. B., & Ferreira, C. H. J. (2018). Pelvic floor muscle knowledge and relationship with muscle strength in Brazilian women : a cross-sectional study. *International Urogynecology Journal*, 30(11), 1903-1909. <https://doi.org/10.1007/s00192-018-3824-y>
- De Gasquet, B. (2020). *Périnée, arrêtez le massacre (French Edition)*. Editions Marabout.
- De Gasquet, B. (2016). *Gym De Gasquet (French Edition)*. Editions Marabout.
- Dentz, J. (2010). *Anatomie et rôles du périnée*. AFREPP. <http://afrepp.org/espace-patient/anatomie-et-roles-du-perinee.html>
- Dos Santos, K. M., Da Roza, T., Mochizuki, L., Arbieto, E. R. M., & Tonon da Luz, S. C. (2018). Assessment of abdominal and pelvic floor muscle function among continent and incontinent athletes. *International Urogynecology Journal*, 30(5), 693-699. <https://doi.org/10.1007/s00192-018-3701-8>
- Dufour, M. (2017). *Anatomie De L'appareil Locomoteur : Tête Et Tronc (French Edition)* (3<sup>e</sup> éd.). Elsevier-Masson.

- Dufour, M. (2015). *Anatomie De L'appareil Locomoteur : Membre Inférieur (French Edition)*. (3<sup>e</sup> éd.). Elsevier-Masson.
- Happillon, F. (2020, octobre). *Webinaire sport et périnée* (Société de Physiothérapie d'Occitanie). <https://physio-occitanie.fr/webinaire-sport-et-perinee/>
- Haylen, B. T., De Ridder, D., Freeman, R. M., Swift, S. E., Berghmans, B., Lee, J., Monga, A., Petri, E., Rizk, D. E., Sand, P. K., & Schaer, G. N. (2009). An international urogynecological association (IUGA)/international continence society (ICS) joint report on the terminology for female pelvic floor dysfunction. *Neurourology and Urodynamics*, 29(1), 4-20. <https://doi.org/10.1002/nau.20798>
- Hillard, T. C. (2019). Pelvic floor function around the menopause and how to improve it. *Climacteric*, 22(3), 213-214. <https://doi.org/10.1080/13697137.2019.1583827>
- Hodges, P., Sapsford, R., & Pengel, L. (2007). Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. *Neurourology and Urodynamics*, 26(3), 362-371. <https://doi.org/10.1002/nau.20232>
- Huang, A. J., Chesney, M., Lisha, N., Vittinghoff, E., Schembri, M., Pawlowsky, S., Hsu, A., & Subak, L. (2019). A group-based yoga program for urinary incontinence in ambulatory women : feasibility, tolerability, and change in incontinence frequency over 3 months in a single-center randomized trial. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 220(1), 87.e1-87.e13. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2018.10.031>
- Hung, H. C., Hsiao, S. M., Chih, S. Y., Lin, H. H., & Tsauo, J. Y. (2010). An alternative intervention for urinary incontinence : Retraining diaphragmatic, deep abdominal and pelvic floor muscle coordinated function. *Manual Therapy*, 15(3), 273-279. <https://doi.org/10.1016/j.math.2010.01.008>
- Judelson, D. A., Maresh, C. M., Anderson, J. M., Armstrong, L. E., Casa, D. J., Kraemer, W. J., & Volek, J. S. (2007). Hydration and Muscular Performance. *Sports Medicine*, 37(10), 907-921. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737100-00006>
- Junginger, B., Baessler, K., Sapsford, R., & Hodges, P. W. (2009). Effect of abdominal and pelvic floor tasks on muscle activity, abdominal pressure and bladder neck. *International Urogynecology Journal*, 21(1), 69-77. <https://doi.org/10.1007/s00192-009-0981-z>
- Kim, K. H., Cho, S. H., Goo, B. O., & Baek, I. H. (2013). Differences in Transversus Abdominis Muscle Function between Chronic Low Back Pain Patients and Healthy Subjects at Maximum Expiration: Measurement with Real-time Ultrasonography. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(7), 861-863. <https://doi.org/10.1589/jpts.25.861>
- Koenig, I., Eichelberger, P., Leitner, M., Moser, H., Kuhn, A., Taeymans, J., & Radlinger, L. (2020). Pelvic floor muscle activity patterns in women with and without stress urinary incontinence while running. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 63(6), 495-499. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.09.013>

- Kong, Y. S., Park, S., Kweon, M. G., & Park, J. W. (2016). Change in trunk muscle activities with prone bridge exercise in patients with chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(1), 264-268. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.264>
- Kruger, J. A., Dietz, H. P., & Murphy, B. A. (2007). Pelvic floor function in elite nulliparous athletes. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 30(1), 81-85. <https://doi.org/10.1002/uog.4027>
- Kruger, J. A., Murphy, B. A., & Heap, S. W. (2005). Alterations in levator ani morphology in elite nulliparous athletes : A pilot study. *The Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 45(1), 42-47. <https://doi.org/10.1111/j.1479-828x.2005.00349.x>
- Le Conseil National de l'Ordre des Masseurs-Kinésithérapeutes lance une campagne de sensibilisation nationale sur la rééducation périnéale.* (2017, 8 mars). SIREPP. <https://www.sirepp.fr/news-en-bref/104-le-conseil-national-de-l-ordre-des-masseurs-kinesitherapeutes-lance-une-campagne-de-sensibilisation-nationale-sur-la-reeducation-perineale>
- Leitner, M., Moser, H., Eichelberger, P., Kuhn, A., & Radlinger, L. (2019). Pelvic floor muscle activity during fast voluntary contractions in continent and incontinent women. *Neurourology and Urodynamics*, 38(2), 625-631. <https://doi.org/10.1002/nau.23911>
- Lemos, A. Q., Brasil, C. A., Alvares, C. M., Passos, J. C. G., Lordêlo, P., & Sá, K. N. (2018). The relation of the pelvis and the perineal function in incontinent women : A neglected subject. *Neurourology and Urodynamics*, 37(8), 2799-2809. <https://doi.org/10.1002/nau.23772>
- Lindland Ree, M., Nygaard, I., & Bø, K. (2007). Muscular fatigue in the pelvic floor muscles after strenuous physical activity. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 86(7), 870-876. <https://doi.org/10.1080/00016340701417281>
- Luginbuehl, H., Lehmann, C., Koenig, I., Kuhn, A., Buergin, R., & Radlinger, L. (2021). Involuntary reflexive pelvic floor muscle training in addition to standard training versus standard training alone for women with stress urinary incontinence : a randomized controlled trial. *International Urogynecology Journal*, 33(3), 531-540. <https://doi.org/10.1007/s00192-021-04701-5>
- Madill, S. J., & McLean, L. (2006). Relationship between abdominal and pelvic floor muscle activation and intravaginal pressure during pelvic floor muscle contractions in healthy continent women. *Neurourology and Urodynamics*, 25(7), 722-730. <https://doi.org/10.1002/nau.20285>
- Madokoro, S., & Miaki, H. (2019). Relationship between transversus abdominis muscle thickness and urinary incontinence in females at 2 months postpartum. *Journal of Physical Therapy Science*, 31(1), 108-111. <https://doi.org/10.1589/jpts.31.108>

- Maître, C., et Harvey, T. (2011). L'incontinence urinaire de la sportive. *La lettre du gynécologue*, Edimark, pp.34-37. <https://hal-insep.archives-ouvertes.fr/hal-02063639/document>
- Martin, D., Sale, C., Cooper, S. B., & Elliott-Sale, K. J. (2018). Period Prevalence and Perceived Side Effects of Hormonal Contraceptive Use and the Menstrual Cycle in Elite Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(7), 926-932. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0330>
- Marzolf, A., et Bouvier, M. (2020, septembre). *Proprioceptif Logsurf* (Institut de Pelvi-Périnéologie de Paris). <https://ipp.vimeet.events/fr/sheet/320247/happening/2374/webinar>
- Masento, N. A., Golightly, M., Field, D. T., Butler, L. T., & van Reekum, C. M. (2014). Effects of hydration status on cognitive performance and mood. *British Journal of Nutrition*, 111(10), 1841-1852. <https://doi.org/10.1017/s0007114513004455>
- Mayes, S., Ferris, A. R., Smith, P., & Cook, J. (2018). Obturator externus was larger, while obturator internus size was similar in ballet dancers compared to non-dancing athletes. *Physical Therapy in Sport*, 33, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.06.001>
- Meister, M. R., Shivakumar, N., Sutcliffe, S., Spitznagle, T., & Lowder, J. L. (2018). Physical examination techniques for the assessment of pelvic floor myofascial pain : a systematic review. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 219(5), 497.e1-497.e13. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2018.06.014>
- Nketiah, G., Savio, S., Dastidar, P., Nikander, R., Eskola, H., & Sievänen, H. (2014). Detection of exercise load-associated differences in hip muscles by texture analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(3), 428-434. <https://doi.org/10.1111/sms.12247>
- Oleksy, U., Mika, A., Kielnar, R., Grzegorzczak, J., Marchewka, A., & Stolarczyk, A. (2019). The influence of pelvis reposition exercises on pelvic floor muscles asymmetry. *Medicine*, 98(2), e13988. <https://doi.org/10.1097/md.0000000000013988>
- Pautard, C., Jouanneau, C., Serval, A. G., Cosqueric, S., Bessette, M., le Faou, Y., & Hardouin, P. (2020). Évaluation de la fiabilité d'un nouveau dispositif de mesure de la contraction relative du muscle transverse abdominal en comparaison aux ultrasons et à la palpation dans une population asymptomatique – étude exploratoire. *Kinésithérapie, la Revue*, 20(224-225), 70-78. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2020.04.012>
- Petter Rodrigues, M., Bessel, T., Laureano Paiva, L., De Mello, A. & Lopes Ramos, J. (2020). *ICS 2020 Abstract #521 Is the inability to contract the pelvic floor muscles related to female urinary incontinence?* International Continence Society. <https://www.ics.org/2020/abstract/521>

- Piernicka, M., Błudnicka, M., Kortas, J., Duda-Biernacka, B., & Szumilewicz, A. (2021). High-impact aerobics programme supplemented by pelvic floor muscle training does not impair the function of pelvic floor muscles in active nulliparous women. *Medicine*, *100*(33), e26989. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000026989>
- Pires, T., Pires, P., Moreira, H., & Viana, R. (2020). Prevalence of Urinary Incontinence in High-Impact Sport Athletes : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Human Kinetics*, *73*(1), 279-288. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0008>
- Prise en charge de l'incontinence urinaire de la femme en médecine générale - Actualisation 2003.* (2003). Haute Autorité de Santé (HAS). [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_272291/fr/prise-en-charge-de-l-incontinence-urinaire-de-la-femme-en-medecine-generale-actualisation-2003](https://www.has-sante.fr/jcms/c_272291/fr/prise-en-charge-de-l-incontinence-urinaire-de-la-femme-en-medecine-generale-actualisation-2003)
- Salvatore, S., Serati, M., Laterza, R., Uccella, S., Torella, M., & Bolis, P.-F. (2008). The impact of urinary stress incontinence in young and middle-age women practising recreational sports activity : an epidemiological study. *British Journal of Sports Medicine*, *43*(14), 1115-1118. <https://doi.org/10.1136/bjism.2008.049072>
- Sapsford, R., Hodges, P., Richardson, C., Cooper, D., Markwell, S., & Jull, G. (2000). Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. *Neurourology and Urodynamics*, *20*(1), 31-42. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11135380/>
- Sitilertpisan, P., Pirunsan, U., Puangmali, A., Ratanapinunchai, J., Kiatwattanacharoen, S., Neamin, H., & Laskin, J. J. (2011). Comparison of lateral abdominal muscle thickness between weightlifters and matched controls. *Physical Therapy in Sport*, *12*(4), 171-174. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.02.002>
- Sorrigueta-Hernández, A., Padilla-Fernandez, B. Y., Marquez-Sanchez, M. T., Flores-Fraile, M. C., Flores-Fraile, J., Moreno-Pascual, C., Lorenzo-Gomez, A., Garcia-Cenador, M. B., & Lorenzo-Gomez, M. F. (2020). Benefits of Physiotherapy on Urinary Incontinence in High-Performance Female Athletes. Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, *9*(10), 3240. <https://doi.org/10.3390/jcm9103240>
- Talasz, H., Kofler, M., Kalchschmid, E., Pretterklieber, M., & Lechleitner, M. (2009). Breathing with the pelvic floor? Correlation of pelvic floor muscle function and expiratory flows in healthy young nulliparous women. *International Urogynecology Journal*, *21*(4), 475-481. <https://doi.org/10.1007/s00192-009-1060-1>
- Timmermans, L., Falez, F., Mélot, C., & Wespes, E. (2012). Validation of use of the International Consultation on Incontinence Questionnaire-Urinary Incontinence-Short Form (ICIQ-UI-SF) for impairment rating : A transversal retrospective study of 120 patients. *Neurourology and Urodynamics*, *32*(7), 974-979. <https://doi.org/10.1002/nau.22363>

- Vieira, M. C. A., da Câmara, S. M. A., Moreira, M. A., Pirkle, C. M. L., Vafaei, A., & Maciel, Á. C. C. (2019). Symptoms of urinary incontinence and pelvic organ prolapse and physical performance in middle-aged women from Northeast Brazil : a cross-sectional study. *BMC Women's Health*. <https://doi.org/10.1186/s12905-019-0786-2>
- Wieland, L. S., Shrestha, N., Lassi, Z. S., Panda, S., Chiamonte, D., & Skoetz, N. (2019). Yoga for treating urinary incontinence in women. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2019(2). <https://doi.org/10.1002/14651858.cd012668.pub2>
- World Medical Association Declaration of Helsinki. (2013). *JAMA*, 310(20), 2191. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
- Yiou, R., Costa, P., Haab, F., & Delmas, V. (2009, 25 décembre). *Anatomie fonctionnelle du plancher pelvien*. Association Française d'Urologie : Urofrance. <https://www.urofrance.org/base-bibliographique/anatomie-fonctionnelle-du-plancher-pelvien#toc-2>
- Zachovajeviene, B., Siupsinskas, L., Zachovajevs, P., Venclovas, Z., & Milonas, D. (2019). Effect of diaphragm and abdominal muscle training on pelvic floor strength and endurance: results of a prospective randomized trial. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55724-4>

## **IX. Annexes**

Liste des annexes :

Annexe I : *Affiche de recrutement.*

Annexe II : *Questionnaire en ligne (3 pages).*

Annexe III : *Grille d'entretien.*

Annexe IV : *Document de consentement (2 pages).*



université  
PARIS-SACLAY

# Recherche scientifique Incontinences des sportives



ENKRE  
Ecole Supérieure de  
Kinésithérapie et R d ducation

*En collaboration avec les Docteurs De Gasquet et Ditcharles*

### Pourquoi ce sujet ?

D'après les études scientifiques, l'incontinence (ou fuite urinaire) touche environ une jeune femme sportive sur 4. De plus, d'après l'INSEP, cela pourrait toucher jusqu'à 7 femmes sur 10 dans le sport de haut niveau. Pourtant, ce sujet reste tabou et bien trop sous-estimé.

### Objectifs de cette étude ?

- ❖ Sensibiliser les sportives.
- ❖ Evaluer l'activation du muscle transverse abdominal dans différents exercices.
- ❖ Etablir un possible lien entre le muscle transverse et les incontinences.
- ❖ Meilleure connaissance corporelle pour les participantes.

### Les conséquences de l'incontinence ?

- ❖ G ne présente lors de la pratique sportive ou d'activités quotidiennes.
- ❖ Méthodes d'évitement à risque.
- ❖ Diminution des performances.
- ❖ Risque d'empirer sans prise en charge.



### Infos pratiques

L'expérience se déroulera en cabinet paramédical au Plessis Robinson (l'adresse précise sera communiquée par la suite). Elle aura lieu en janvier. Les dates et horaires seront fixées en fonction des disponibilités de chacun. Il faut prévoir une durée de 30 min par personne. Pour participer merci de signer le formulaire de consentement.



### Contact

N'hésitez pas à me contacter pour tout besoin d'information complémentaire !  
**Ines MARTIN**  
4<sup> me</sup> année de kiné et Master 2 EOPS  
[inesmartin.physio@gmail.com](mailto:inesmartin.physio@gmail.com) 0629927025

*Annexe II : Questionnaire en ligne (3 pages).*

## Présentation

Bonjour et bienvenue !

Ce questionnaire a pour but de vérifier quelques informations sur toi pour déterminer si tu corresponds aux critères d'inclusion de cette étude. Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse, cela me permettra juste de constituer différents groupes. Je compte sur toi pour être honnête dans tes réponses. Toutes les réponses seront confidentielles donc pas d'inquiétude! Ce questionnaire te prendra seulement 5 minutes.

Bon courage !



**Age**

Tapez votre texte id

**Taille**

Tapez votre texte id

**Poids**

Tapez votre texte id

**Fais-tu du sport régulièrement et depuis plusieurs années?**

- Oui
- Non
- Autre

Autre:

**Quel(s) sport(s) fais-tu ?**

Tapez votre texte id

**Es-tu blessée en ce moment? Si oui, préciser de quoi s'agit-il**

Tapez votre texte id

**A quelle fréquence as-tu des douleurs lombaires?**

Jamais  Tout le temps

**As-tu des douleurs lombaires depuis plus de 3 mois?**

- Oui
- Non

**Quel est ton niveau de connaissance sur le muscle transverse de l'abdomen? (Anatomie et fonctions)**

Aucune connaissance  Excellentes connaissances

**Quel est ton niveau de connaissance sur les muscles du périnée? (Anatomie et fonctions)**

Aucune connaissance  Excellentes connaissances

**Nombre de grossesse(es) ?**

- 0
- 1
- 2
- Autre

Autre :

---

**As-tu connaissance d'antécédents gynécologiques te concernant? (prolapsus, chirurgie...)**

---

**As-tu déjà consulté un professionnel de santé pour de la rééducation abdomino-périnéale ?**

- Oui
- Non
- Autre

Autre :

---

**T'est-il déjà arrivé d'avoir des incontinences? (Pendant le sport, rire, éternuement...)**

- Oui
- Non
- Autre

Autre :

Annexe III : Grille d'entretien.

-Quel est votre âge ?

-Quels sont votre taille et votre poids ?

-Quel(s) sport(s) pratiquez-vous ? Depuis combien de temps ? Quelle est la fréquence et la durée de chaque entraînement ? A quel niveau êtes-vous ?

-Réalisez-vous du renforcement abdominal à l'entraînement ? De quel type ? A quelle fréquence ?

-Quel est votre niveau de connaissance sur le périnée et le transverse ? Où avez-vous acquis ces connaissances ? (formation, stage, cours...)

-Avez-vous déjà réalisé une rééducation abdomino-périnéale avec un professionnel de santé ?

-Avez-vous déjà eu des grossesses ? même non menée à terme ? Combien ?

-Avez-vous des antécédents gynécologiques ? (prolapsus, chirurgie, utérus rétroversé...)

-Etes-vous blessée actuellement ? Précisez.

-Avez-vous mal au dos actuellement ? Depuis combien de temps ? A quelle fréquence ?

-Avez-vous d'autres troubles à signaler ? (urinaires, défécation, sexuels...)

*Annexe IV : Document de consentement (2 pages).*

**NOTICE D'INFORMATION ET CONSENTEMENT ECLAIRE**

---

**Titre du projet :**

Incontinences urinaires des sportives : étude de la relation avec le muscle transverse de l'abdomen.

**Chercheur titulaire responsable scientifique du projet :**

DITCHARLES Sébastien, Chercheur, laboratoire CIAMS, [sebastien.ditcharles@gmail.com](mailto:sebastien.ditcharles@gmail.com), 0687821886, Cabinet paramédical 10 rue de la mairie 92350 Le Plessis Robinson.

**Lieu de la recherche :** Cabinet paramédical, 10 rue de la mairie 92350 Le Plessis Robinson.

**But du projet de recherche :**

Evaluer l'activation du muscle transverse de l'abdomen dans différents exercices chez les sportives et établir un possible lien avec les incontinences urinaires.

**Ce que l'on attend de vous :**

L'ensemble du protocole sera réalisé en cabinet paramédical dans une pièce isolée afin de respecter votre intimité. Vous serez accueillies une par une à l'heure prévue et réaliserez le protocole en présence de l'étudiante et d'un professionnel de santé qui vous seront présentés. On vous demandera dans un premier temps de participer à un entretien (environ 10 minutes). Il concernera notamment le sport pratiqué et des informations médicales. A la suite de cet entretien, on vous demandera de remplir un questionnaire pour évaluer la présence d'incontinences (2 minutes). Ensuite on réalisera l'évaluation du muscle transverse (environ 20 minutes). Pour cela on installera les électrodes du dispositif Blueback sur la peau au niveau abdominal aux endroits précis préconisés par la société puis on installera la ceinture contenant le boîtier autour de la taille. Ce dispositif est totalement indolore. 2 exercices sportifs différents seront évalués dans le protocole avec différentes consignes. Pour cela nous vous conseillons de porter une tenue confortable. On réalisera également pour chacune une éducation à la contraction du transverse de l'abdomen et du périnée. On demandera de renseigner à la suite de chaque exercice quel est le ressenti périnéal et s'il y a eu sensation éventuelle de fuite lors de l'exercice.

**Vos droits de vous retirer de la recherche à tout moment :**

La participation à cette recherche se fait sur la base du volontariat. Même en acceptant de participer à cette recherche, vous pourrez vous retirer ou cesser votre participation à tout moment. Votre décision de participer ou non n'implique que vous et n'aura pas de répercussions quelconques.

**Vos droits à la confidentialité et au respect de la vie privée :**

Toutes les données obtenues seront traitées dans la confidentialité la plus entière. Les données stockées seront pseudo-anonymes via l'utilisation d'un numéro de participante aléatoire. Votre identité ne sera jamais indiquée et ne pourra pas être retrouvée via les autres informations. Les données conservées sur ordinateur seront sécurisées via un mot de passe seulement connu par le responsable scientifique et les chercheurs adjoints. Conformément à la Loi Informatique et Libertés, vous pourrez exercer vos droits d'accès aux données, de rectification ou de suppression à tout moment auprès du responsable scientifique mentionné ci-dessus.

**Bénéfices de l'étude :**

Les bénéfices lors de votre participation seront la sensibilisation à cette problématique ainsi qu'une meilleure connaissance corporelle liée à l'éducation réalisée. A terme, les résultats de cette recherche pourraient aussi aider à améliorer la prévention, rééducation et performance sportive. Les résultats globaux de cette étude pourront être visibles sur internet si publication ou envoyez par mail sur demande.

**Risques possibles de l'étude :**

A notre connaissance ce protocole ne présente pas de risque avéré. Il a été réalisé en collaboration avec des professionnels de santé. Les exercices demandés sont peu intenses pour une population de sportives en bonne santé et ne représentent donc pas de risque de sur-sollicitation. Nous pouvons cependant mentionner le risque d'inconfort lié aux questions sur les incontinences qui peuvent être considérées comme intimes. Pour limiter ce risque ce sujet a été indiqué dès le recrutement et le principe de volontariat est respecté. Aussi, vos réponses seront réalisées dans un contexte intime de salle isolée. De plus l'anonymat et la confidentialité des données seront respectés. Si toutefois vous ne souhaitez pas répondre à ces questions lors de l'expérience, vous aurez le droit de vous retirer de l'expérience à tout moment.

**Diffusion :**

Cette recherche pourrait aboutir à publication dans des revues scientifiques.

**Vos droits de poser des questions :**

Vous pouvez poser des questions au sujet de la recherche en tout temps (avant, pendant et après votre participation) en communiquant avec le responsable scientifique du projet mentionné ci-dessus.

**Consentement à la participation :**

En signant le formulaire de consentement, vous certifiez que vous avez lu et compris les renseignements ci-dessus, que le chercheur a répondu à vos questions de façon satisfaisante et qu'il vous a avisé que vous étiez libre d'annuler votre consentement ou de vous retirer de cette recherche à tout moment, sans préjudice.

**A remplir par le participant :**

J'ai lu et compris les renseignements ci-dessus et j'accepte de plein gré de participer à cette recherche. Date, Nom, Prénom, Signature.

**A remplir par l'expérimentateur  
(responsable scientifique) :**

Date, Nom, Prénom, Signature.

---

Un exemplaire de ce document vous est remis, un autre exemplaire est conservé par l'expérimentateur.

# **Titre du mémoire : Incontinences urinaires des sportives, étude de la relation avec le muscle transverse de l'abdomen**

**Mots clés :** Electromyographie – Incontinence urinaire – Plancher pelvien – Sportives – Transverse de l'abdomen

## **Résumé :**

Introduction : La majorité des études sur l'incontinence urinaire des sportives se concentrent sur le plancher pelvien. Le transverse de l'abdomen étant un muscle fortement lié au plancher pelvien et aux pressions intra-abdominales, nous avons décidé de s'intéresser à ce dernier dans cette recherche.

Méthode : Des sportives jeunes et nullipares ont été incluses. Le questionnaire ICIQ-SF a permis de séparer les participantes en 2 groupes (incontinences ou contrôle). Une approche EMG a été réalisée pour évaluer le muscle transverse dans différents exercices (gainage, sauts, éducation allongé) et avec différentes consignes (libre, contraction du transverse ou du périnée).

Résultats : Nous avons évalué 10 femmes dans le groupe incontinences et 8 femmes dans le groupe contrôle. L'analyse a montré des différences d'activation du transverse entre les exercices : sauts > gainage > éducation. Il y a aussi des différences d'activation du transverse en fonction de la consigne donnée : transverse > périnée > libre. Enfin, il existe des différences entre les groupes avec une activité augmentée du transverse dans le groupe incontinences en comparaison au groupe contrôle.

Discussion : D'autres études sont nécessaires pour préciser le lien du muscle transverse avec les incontinences en utilisant des groupes de sportives davantage similaires. Aussi, des pistes de prévention et de traitement devraient être envisagées.

**Key words :** Athletes – Electromyography – Pelvic floor – Urinary incontinence – Transversus abdominis

**Abstract :**

Introduction : Most studies on urinary incontinence in sportswomen focus on the pelvic floor. As the transversus abdominis is a muscle strongly linked to the pelvic floor and intra-abdominal pressures, we decided to focus on it in this research.

Methods : Young and nulliparous women were included. The ICIQ-SF questionnaire was used to separate the participants into 2 groups (incontinence or control). An EMG approach was performed to evaluate the transversus muscle in different exercises (plank, jumps, education in prone position and with different instructions (free, transversus or perineal contraction).

Results : We evaluated 10 women in the incontinence group and 8 women in the control group. The analysis showed differences in activation of the transversus between the exercises: jumps > plank > education. There were also differences in transversus activation according to the instruction given: transversus > perineum > free. Finally, there were differences between the groups with increased transversus activity in the incontinence group compared to the control group.

Discussion : Further studies are needed to clarify the relationship of the transversus muscle to incontinence using more similar groups of athletes. Also, studies for prevention and treatment should be considered.