



HAL
open science

L'impact du cycle menstruel sur la performance de la femme sportive

Laure Labelle

► **To cite this version:**

Laure Labelle. L'impact du cycle menstruel sur la performance de la femme sportive. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-04258068

HAL Id: dumas-04258068

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04258068v1>

Submitted on 27 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION FORMATION EN
MASSO-KINÉSITHÉRAPIE

L'IMPACT DU CYCLE MENSTRUEL SUR LA PERFORMANCE DE LA FEMME SPORTIVE

LABELLE Laure
Directeur de mémoire: Mme LAGADEC Marion

Formulaire : Autorisation à soutenir le mémoire de fin d'études

Je soussigné, Mme Lagadec Marion
Directeur de mémoire de Mme Labelle Laure

Au regard du manuscrit qui m'a été présenté, j'autorise l'étudiant(e) ci-dessous à se présenter à l'épreuve de soutenance de mémoire de fin d'étude sous garantit que l'étudiant dépose tous les documents requis dans le délai imparti :

- Autorisation de diffusion sur la base de données DUMAS signée,
- 4ème de couverture sur l'ENT pour enregistrement sur la base de données DUMAS
- version numérique du mémoire sur AMETICE,
- versions imprimées auprès de l'appariteur

Déposer au secrétariat ce formulaire dûment rempli et signé.

Cette autorisation ne garantit nullement la réussite à l'épreuve du mémoire, l'issue de la soutenance pouvant être, selon la délibération du Jury :

- soit une réussite sans condition.
- soit un échec. L'étudiant devra alors modifier son manuscrit et le soutenir une nouvelle fois lors de la 2eme session devant un Jury.

Date le 26 avril 2023



REMERCIEMENTS

Tout d'abord je souhaite adresser mes remerciements à l'ensemble de ma famille, à ma mère et plus particulièrement à mon père, qui m'a permis de suivre mes années d'études à l'IFMK et d'atteindre mon projet de vie de devenir masseur-kinésithérapeute.

J'adresse également mes remerciements à ma directrice de mémoire, Madame LAGADEC Marion, pour ses conseils éclairés qui m'ont aidé dans la rédaction de ce mémoire.

Je tiens à remercier MATAcCHIONE Julien, kinésithérapeute diplômé depuis 3 ans, qui m'a aidé tout au long de mon parcours de la première année de médecine à la dernière année de kinésithérapie.

Je voudrais aussi remercier l'équipe enseignante de l'IFMK pour ces 4 années de formation.

Table des matières

1	Introduction.....	1
1.1	Le cycle menstruel	1
1.1.1	Anatomie de l'appareil génital féminin	1
1.1.2	Les phases du cycle menstruel	3
1.1.3	La contraception hormonale	5
1.1.4	Le dosage hormonal	5
1.2	La performance physique.....	6
1.2.1	Physiologie de l'effort.....	6
1.2.2	Différences homme/femme.....	7
1.2.3	Modification de la performance basée sur le cycle menstruel	8
1.2.4	Les différents tests de performance physique	10
1.3	Hypothèse et Intérêt de l'étude	14
1.3.1	Intérêt de l'étude.....	14
1.3.2	Question étiologique basée sur le modèle PICO.....	15
1.3.3	Objectif(s) de l'étude	15
2	Méthode.....	16
2.1	Critères d'éligibilité pour les études de cette revue.....	16
2.1.1	Types d'études.....	16
2.1.2	Population	17
2.1.3	Facteur de risque.....	17
2.1.4	Evènement causé par le facteur de risque	17
2.2	Méthodologie de recherche des études.....	17
2.2.1	Sources documentaires	17
2.2.2	Equation de recherche	18
2.3	Méthodologie d'extraction et d'analyse des données	18
2.3.1	Méthode de sélection des études	18
2.3.2	Méthode d'extraction des données	19
2.3.3	Evaluation de la qualité méthodologique	20
2.3.4	Méthode de synthèse des résultats	20
3	Résultats.....	21
3.1	Description des études.....	21
3.1.1	Processus de sélection des études	21
3.1.2	Etudes exclues	22
3.1.3	Etudes incluses	23

3.1.3.1	Liste des études incluses	23
3.1.3.2	Caractéristiques des participants et des études	24
3.2	Risque de biais des études incluses	26
3.2.1	Grille Newcastle-Ottawa Scale (ONS).....	26
3.2.2	Synthèse des biais retrouvés dans les études incluses	26
3.3	Effets de l'intervention	28
4	Discussion.....	35
4.1	Analyse des principaux résultats	35
4.1.1	Analyse des populations.....	35
4.1.2	Analyse des interventions	36
4.1.3	Analyse des résultats.....	36
4.1.3.1	Puissance explosive des membres inférieurs lors du CM	36
4.1.3.2	Vitesse et sprint lors du CM	37
4.1.3.3	Exercices intenses répétés lors du CM	38
4.1.3.4	Force musculaire lors du CM	39
4.2	Applicabilité des résultats en pratique clinique.....	40
4.3	Qualité des preuves	41
4.4	Biais potentiels de la revue	42
5	Conclusion	43
5.1	Implication pour la pratique clinique.....	43
5.2	Implication pour la recherche.....	43
6	Table des illustrations	44
7	Bibliographie	45
8	Annexes.....	51

1 Introduction

Depuis maintenant quelques années, l'écart entre les sexes dans la participation aux sports diminue. Lors des jeux olympiques à Rome de 1960, les femmes représentaient 11% du nombre total de participants, alors que leur participation fut de 45% lors des jeux olympiques de 2016 à Rio [1]. Pour la première fois depuis des années, il y aura une parité homme/femme de participants lors des Jeux Olympiques de 2024 à Paris [2].

Malgré cette diminution de l'écart dans la participation à l'exercice, une sous-représentation importante des femmes dans les études de recherche en médecine du sport subsiste. Les femmes ont été confrontées à l'exclusion tout au long de l'histoire du désintérêt biomédical pour la santé des femmes. Une recherche de 1382 études sur le sport et l'exercice a été menée, avec plus de 6 millions de participants, et a révélé que la représentation des femmes était de 39% [3]. Il existe une grande disparité entre les hommes et les femmes dans la littérature actuelle. Cette disparité peut être expliquée par les nombreuses variables confusionnelles engendrées par le cycle menstruel, rendant la mise en place des études ainsi que leurs interprétations difficiles [4]. Les recherches qui ignorent la complexité des hormones féminines continuent de contribuer à l'écart majeur dans la compréhension des perturbations hormonales.

Alors que la popularité mondiale du sport féminin a augmenté, la nécessité de comprendre la physiologie de l'exercice chez ces athlètes est devenue primordiale. Les athlètes féminines s'entraînent et participent aux compétitions sous la possible influence des fluctuations hormonales au cours du cycle menstruel (CM) [5]. Or, la réussite sportive à haut niveau se joue sur le moindre détail. Selon une étude menée sur des femmes athlètes de haut niveau, 49,5% d'entre-elles déclarent que le cycle menstruel (CM) est une variable additionnelle qui pourrait affecter négativement leurs performances [6]. C'est pour cela que des recherches plus développées sur la prévalence et l'impact du cycle menstruel lors des entraînements ainsi que sur la performance chez les sportives à haut niveau sont indispensables. En effet les éléments physiologiques propres aux femmes, comme la fluctuation hormonale lors des différentes phases du cycle menstruel, peuvent être un facteur important à prendre en compte pour maximiser les performances et préserver la santé des athlètes féminines [7].

1.1 Le cycle menstruel

1.1.1 Anatomie de l'appareil génital féminin

L'appareil génital féminin comprend :

- Les organes génitaux internes avec les deux ovaires, les deux trompes de Fallope, l'utérus et le vagin
- Les organes génitaux externes avec la vulve

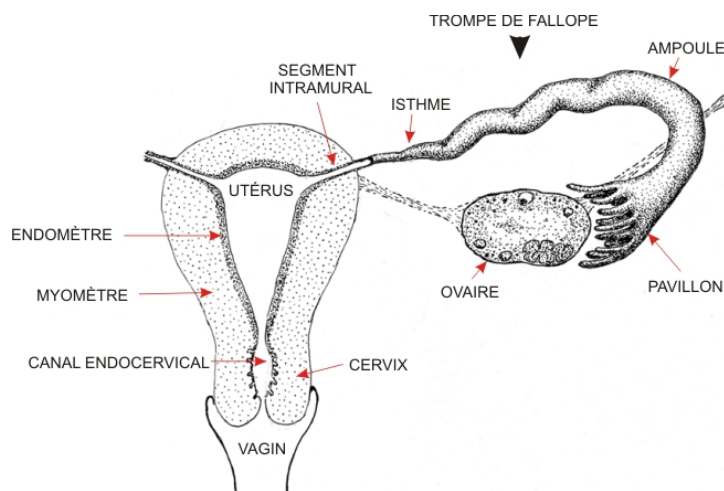


Figure 1: Coupe frontale de l'appareil génital féminin

Les ovaires se situent proche des trompes de Fallope et sont soutenus par les ligaments ovariens reliés à l'utérus. Elles ont deux fonctions, une fonction exocrine avec la production et libération des ovocytes et une fonction endocrine en sécrétant des hormones sexuelles : œstrogènes et progestérones. Ces deux hormones sont responsables des modifications cycliques de la muqueuse de l'utérus [8]. De la puberté jusqu'à la ménopause, un des ovaires fabrique chaque mois un ovocyte.

Les trompes de Fallope sont des conduits qui font le lien entre les ovaires et l'utérus permettant ainsi le passage des ovocytes.

L'utérus est un organe musculaire lisse qui offre un environnement protecteur pour l'embryon, lui permettant son développement. Il est composé d'une couche épaisse et d'une couche muqueuse interne : l'endomètre [8]. L'endomètre est un tissu qui encourt d'importants changements pendant le cycle dus aux hormones ovariennes [9]. En l'absence de fécondation, c'est l'endomètre qui en desquamant formera les menstruations.

Le vagin se trouve entre le col utérin et la vulve. C'est un organe extensible qui permet l'accouchement et réprime les éventuels micro-organismes invasifs de pénétrer dans l'utérus.

L'hypothalamus et l'hypophyse sont deux glandes du système nerveux central qui ne font pas partie de l'appareil génital féminin mais qui ont un impact sur celui-ci avec un rôle de contrôle du cycle menstruel.

L'hypothalamus est l'ensemble des noyaux gris situé à la base du cerveau à proximité du III^e ventricule. Il fabrique des substances peptidiques (GnRH) qui vont réguler l'activité de production de l'hypophyse.

L'hypophyse est reliée par des voies nerveuses à l'hypothalamus. C'est une glande endocrine qui produit deux hormones, la FSH (folliculostimulante hormone) et la LH (lutéinisante hormone) qui ont toutes deux une action sur l'ovaire. La FSH stimule la synthèse des œstrogènes ainsi que la maturation des follicules ovariens jusqu'à l'ovulation et la LH contrôle au niveau ovarien la maturation folliculaire, le déclenchement de l'ovulation et la régulation de la synthèse des hormones stéroïdes ou peptidiques.

Les hormones féminines fluctuent de manière prévisible tout au long du cycle menstruel, mettant ainsi en évidence plusieurs phases successives.

1.1.2 Les phases du cycle menstruel

Le cycle menstruel (CM) naturel est sûrement le deuxième rythme biologique le plus primordial, après le rythme circadien [10]. En effet le CM est un rythme biologique important, dans lequel d'importantes fluctuations cycliques des hormones endogènes comme l'œstrogène et la progestérone sont mises en évidence [11].

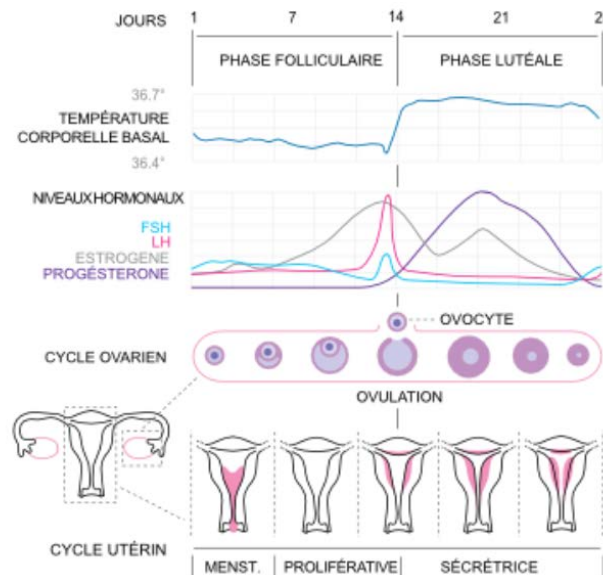


Figure 2: Schéma du cycle menstruel

Pour faciliter la compréhension, le cycle menstruel est défini comme le temps qui s'écoule du premier jour des règles au premier jour des règles suivantes¹. La menstruation se détermine comme la desquamation cyclique et ordonnée de la muqueuse due aux hormones synthétisées par l'hypothalamus, l'hypophyse et les ovaires [12]. C'est l'ensemble des phénomènes physiologiques préparant l'organisme de la femme à une éventuelle grossesse. La durée usuelle du cycle est de 28 jours, cependant cette durée peut être variable et n'est pas toujours régulière².

Les hormones sexuelles féminines sont de deux types, les œstrogènes et la progestérone, et agissent ensemble pour coordonner la fonction ovarienne cyclique.

Les œstrogènes favorisent la maturation de follicule ovarien et permettent le développement d'une glaire cervicale claire et glissante. Un niveau élevé d'œstrogène entraîne une poussée de LH, déclenchant l'ovulation. A l'inverse un niveau faible incite l'hypophyse à synthétiser plus de FSH et LH. **La progestérone** limite la quantité de glaire cervicale produite et l'épaissit. Des niveaux élevés inhibent la sécrétion de GnRH et par conséquent de LH et FSH également.

Les fluctuations de l'œstrogène et de la progestérone forment des profils hormonaux transitoires différents tout au long du cycle permettant de distinguer les différentes phases du CM. Le cycle menstruel peut être divisé en deux phases : la phase folliculaire et la phase lutéale. Dans la recherche ces deux phases ne sont parfois pas suffisantes pour révéler les nombreuses modifications hormonales : on exprime alors le cycle menstruel avec l'ajout de sous-phases : folliculaire précoce et tardive, ovulatoire, et lutéale précoce, moyenne et tardive.

¹ Pierre Konopka, « CYCLE MENSTRUEL » [CYCLE MENSTRUEL - Encyclopædia Universalis](#)

² Collège national des gynécologues et obstétriciens français (CNGOF) [Le cycle menstruel \(cngof.fr\)](#)

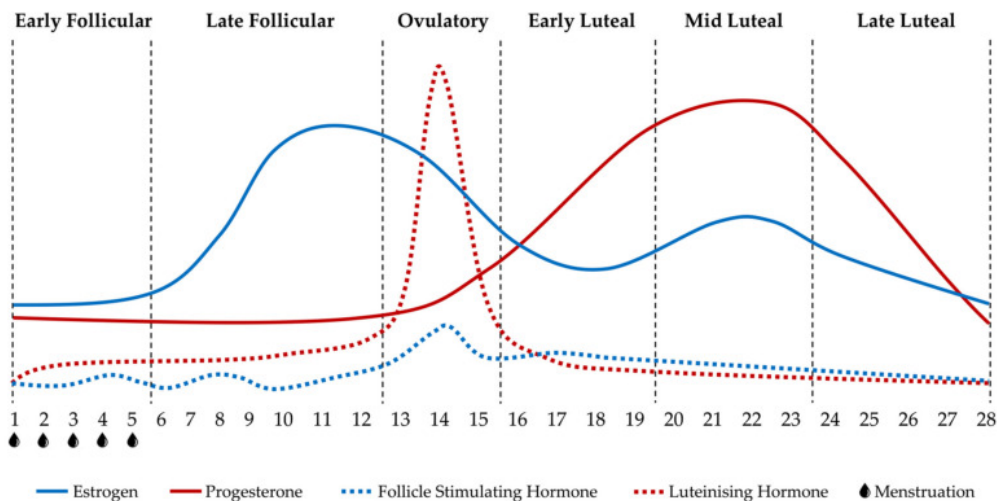


Figure 3: Les différentes phases hormonales du cycle menstruel de 28 jours

▪ La phase folliculaire

Il s'agit de la période entre le 1^{er} jour des règles et l'ovulation. Elle correspond à la croissance d'un ovocyte jusqu'à l'ovulation. La phase folliculaire précoce débute par la menstruation, avec une durée de 4 à 6 jours [7]. Lors de cette période, la quantité d'hormones sexuelles reste plutôt faible et constante. La phase folliculaire tardive se définit par un accroissement de l'œstrogène à mesure que les follicules ovariens mûrissent. Ce phénomène de maturation de l'ovocyte se fait en 3 étapes : recrutement, sélection et dominance [12] (Annexe1). Lors du recrutement, l'hormone de stimulation folliculaire (FSH) mène au recrutement d'une cohorte de follicules. Ensuite parmi cette cohorte seul un follicule est sélectionné, les autres subiront une atrophie. Enfin lors de l'étape dominance, le follicule façonne sa croissance et supprime la maturation des autres follicules, s'affirmant ainsi comme le follicule dominant.

▪ L'ovulation

En fin de phase folliculaire tardive, une accentuation soudaine de l'hormone lutéinisante (LH) amorce l'ovulation. Ce pic de LH est dû à la synthèse de GnRH par l'hypothalamus, qui va alors avoir une action de stimulation sur l'hypophyse. Cette augmentation de LH favorise la synthèse de la progestérone responsable de l'augmentation de FSH. Le follicule dominant se rompt sous l'action des prostaglandines et des enzymes protéolytiques et libère ainsi l'ovule (le complexe ovocyte-cumulus) dans l'utérus.

▪ La phase lutéale

Cette phase débute après l'ovulation jusqu'à l'apparition des règles suivantes avec une durée d'environ 14 jours. Lors de la phase précoce les cellules du follicule rompu continuent de grandir et se concentrent en pigment jaune, la lutéine, en formant ainsi le corps jaune. Lors de la phase lutéale moyenne, le corps jaune, organe endocrinien transitoire, synthétise de la progestérone et un peu d'œstrogène. Son but principal est de préparer l'endomètre pour l'implantation de l'ovule fécondé. Si l'ovule est fécondé cette phase lutéale se terminera par l'implantation de ce dernier. Dans le cas contraire, le corps jaune se détériorera, entraînant une baisse de la progestérone et des œstrogènes. Le cycle est alors prêt à repartir avec le détachement de la muqueuse utérine.

1.1.3 La contraception hormonale

La contraception représente l'ensemble des méthodes ayant pour but d'empêcher une grossesse non désirée, de façon réversible. Il en existe une grande variété, mais en termes de fréquence la contraception orale est la contraception la plus utilisée. Il existe d'autres formes de contraceptifs hormonaux comme le patch, l'anneau vaginal, l'implant ou le stérilet à la progestérone.

Les contraceptifs hormonaux sont des hormones stéroïdiennes exogènes qui inhibent l'ovulation et induisent des concentrations d'hormones sexuelles endogènes continuellement faibles. Il en existe deux types : combiné (œstrogénique et progestatif) ou progestatif seul. Lors de l'arrêt de la prise hormonale, un effondrement hormonal est responsable des menstruations.

Le rôle et l'impact de la contraception hormonale sur le corps des femmes suscitent de nombreux désaccords. Les utilisatrices de contraceptifs oraux (CO) sont souvent utilisées comme groupe témoin, pour comparer avec les effets du CM. En effet la prise de CO provoque des concentrations constantes d'œstrogène et de progestérone circulants, à l'inverse des fluctuations observées chez les femmes ménorrhées naturellement.

Que les femmes utilisent une contraception hormonale ou non, il est possible de réaliser un calendrier approximatif de chaque phase du CM. Cependant celui-ci peut tout de même être très variable, c'est pour cela qu'il existe différents tests de dosages hormonaux pour identifier avec précision chaque phase.

1.1.4 Le dosage hormonal

Les différentes phases vues précédemment peuvent être établies en demandant aux athlètes d'indiquer quand commencent leurs règles, il s'agit d'une méthode de comptage basée sur le calendrier pouvant être réalisée par des applications sur smartphone. Mais cela reste très subjectif et approximatif au vu des différentes variations inter et intra-individuelles. Pour un dosage hormonal plus fiable il existe des kits d'ovulation urinaire, on rajoute alors 7 jours à partir de l'ovulation. Par la suite une confirmation peut se faire grâce à un échantillon de sang. L'analyse se portera sur le taux de 17- β -œstradiol, type œstrogène le plus puissant, et la concentration en progestérone. Pour une recherche de meilleure qualité, la combinaison des trois méthodes est recommandée pour vérifier les phases du cycle menstruel [13].

Cependant les hormones ne sont pas uniquement présentes dans le sang. Depuis ces dernières années, une attention particulière est consacrée à la salive. Celle-ci est considérée comme la meilleure source non invasive pour les études chimiques et biochimiques [14]. Différentes études prouvent que la salive est une source d'hormones et d'enzymes et que leurs concentrations évoluent au cours du cycle [15][16].

Dans cette étude réalisée sur des femmes sportives, le dosage hormonal est un outil pour déterminer les phases du CM car la performance physique pourrait être modifiée lors du cycle menstruel.

1.2 La performance physique

1.2.1 Physiologie de l'effort

La performance peut se définir par le fait d'accomplir des objectifs tout en respectant ou en dépassant des normes prédéfinies. Elle peut être affectée par différentes capacités physiologiques comme l'endurance, la force, la vitesse [17].

Bien sûr, d'autres éléments comme la concentration, la motivation et la volonté peuvent aussi toucher la performance. Plus concrètement la physiologie de l'effort marque l'étude des réactions et adaptations du corps humain au sport. En effet le sport induit d'importantes modifications, affectant toutes les grandes fonctions et notamment la circulation sanguine.

Il existe deux types d'efforts : un effort statique avec un blocage respiratoire retrouvé notamment chez les haltérophiles et un effort dynamique avec une respiration libre. Les muscles ont besoin d'énergie pour se contracter. Cette production vient de la mitochondrie qui fabrique de l'énergie à partir de deux éléments : le glucose et l'oxygène. L'énergie produite vient soit d'un métabolisme aérobie, nécessitant de l'oxygène, ou les molécules de glucose associées à l'oxygène forme l'adénosine triphosphate (ATP) par le cycle de KREBS. Soit l'énergie vient d'un métabolisme anaérobie, ne nécessitant pas d'oxygène, avec production de deux molécules d'ATP par glycolyse [18].

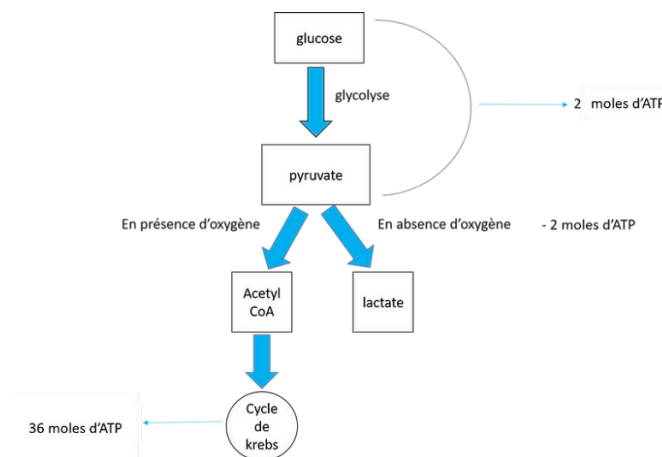


Figure 4: Schéma de la production d'énergie lors d'un effort

Lors d'un effort physique un certain nombre d'adaptations se mettent en place.

Tout d'abord concernant la fonction cardiaque, la quantité de sang éjectée dans l'aorte par le cœur lors de la contraction du ventricule cardiaque (VES) augmente lors de l'effort physique. On retrouve également une augmentation du retour veineux et de la force de contraction du cœur. Lors d'une activité physique la fréquence cardiaque (FC) augmente car la quantité de dioxygène augmente et qu'il y a une stimulation des mécanorécepteurs (Golgi, fuseaux...). Cette modification de la FC dépend aussi des groupes musculaires sollicités, du type de contraction, et des modalités du travail musculaire. L'augmentation de la FC et de la VES entraîne donc une augmentation du débit cardiaque avec une redistribution du sang non uniforme favorisant les organes qui ont en le plus besoin (les muscles).

Ensuite concernant la fonction respiratoire, lors d'un effort on accroît notre métabolisme basal et musculaire donc il y a forcément une élévation du volume en oxygène (VO₂), qui se réalise en 2 phases (une phase proportionnelle et une phase plateau) et une augmentation de la ventilation. On retrouve aussi une augmentation de la lactémie, c'est-à-dire de l'acide lactique dans le sang pouvant aller jusqu'à l'atteinte du seuil lactique avec une accumulation de cet acide dans les muscles [19]. Une des autres conséquences de l'activité est la diminution de l'affinité de l'hémoglobine avec l'oxygène due à la diminution du Ph, à l'augmentation de la température centrale et un quotient respiratoire supérieur à 1. Et enfin globalement lors de l'effort notre température centrale augmente, elle dépendra de l'intensité de l'effort et de la température extérieure [20].

L'ensemble de ces modifications sont générales et propres au corps humain, cependant de nos jours il est communément admis qu'il existe des différences physiologiques et morphologiques entre les hommes et les femmes.

1.2.2 Différences homme/femme

Jusqu'à dans les années 80, il était facilement admis que les réponses physiologiques à l'exercice ne différaient pas beaucoup entre les hommes et les femmes. Depuis quelques années, différentes études commencent à s'intéresser de plus en plus aux similitudes et aux différences concernant la structure et les fonctions organiques des hommes et des femmes [21]. Il subsiste plusieurs différences génétiques, anatomiques et hormonales entre les deux sexes. La différence des mesures anthropométriques de la taille, du poids, de la masse corporelle ou encore des taux d'hormones sont des éléments qui conduisent à des réponses physiologiques différentes.

Les hormones sexuelles divergent fortement entre les hommes et les femmes. Après la puberté les hormones stéroïdes gonadiques prédominantes sont les androgènes chez les hommes et les œstrogènes chez la femme. Chez les athlètes masculins les niveaux de testostérone sont assez constants d'un jour à l'autre, à l'inverse des femmes où l'exposition aux hormones sexuelles féminines change constamment à travers le CM. Les athlètes féminines auront donc un milieu hormonal changeant tout au long de leurs programmes d'entraînements.

Le système cardiovasculaire est essentiel lors d'un effort physique. Un des éléments exprimés avec certitude dans la littérature : les femmes ont tendance à avoir un cœur plus petit que celui des hommes, et plus précisément un volume et une masse du ventricule gauche réduite. Ces caractéristiques sont responsables d'un volume systolique (VS) et d'un débit cardiaque plus faible que les hommes [22]. La diminution du VS par rapport aux hommes peut s'expliquer aussi par une activité parasympathique plus élevée, une activité sympathique plus faible et la circulation des hormones sexuelles, qui induisent un état vasodilatateur plus élevé [23]. On retrouve également un hémocrite moins important et un débit cardiaque maximal plus faible, entraînant une absorption maximale d'oxygène plus faible avec une valeur équivalente à 80% de celle d'un homme du même âge et de la même condition physique [23].

Le volume pulmonaire et le diamètre des voies respiratoires chez les femmes semblent aussi être plus faibles [24]. Ceci entraîne donc une diminution de la capacité vitale et des débits expiratoires de pointe : les femmes fourniront un travail respiratoire à l'effort plus important que les hommes [25].

Concernant le système musculaire, dû à la présence de la testostérone les hommes possèdent un volume musculaire global plus élevé permettant une production de puissance maximale supérieure à celle de la femme [26]. Cependant les femmes possèdent plus de fibres musculaires de type I, caractérisée par un métabolisme aérobie et une résistance élevée à la fatigue [27]. Par conséquent les femmes auront une force musculaire plus faible mais moins de fatigabilité et une meilleure récupération donc une endurance à l'effort favorisée. La répartition des différents types de fibres est aussi influencée par l'exercice et la signalisation hormonale.

En effet les œstrogènes ont une incidence sur le développement des muscles, l'expression des fibres de type I et sur l'endurance. Des degrés majorés en œstrogène induisent une limitation du tonus sympathique de base, de la pression artérielle, ce qui favorise la santé cardiovasculaire mais plafonne l'augmentation de la VS lors de l'effort. Les fluctuations hormonales lors du cycle sont censées avoir un impact sur le risque de blessure dû à l'augmentation du taux de relaxine et d'œstrogène.

Chez les femmes la densité minérale osseuse (DMO) est diminuée, présentant alors un risque de fracture de stress plus élevée [28].

Les différences physiologiques dues au sexe ont amené un écart de performance moyen de 10%, resté constant depuis 1980 [29]. Malgré l'augmentation de la participation des athlètes féminines, cet écart est resté assez stable. Plusieurs études portant sur les Jeux Olympiques [29] mais aussi sur des sports individuels [30] semblent se mettre d'accord sur cette conclusion. Evidemment cet écart est aussi influencé par la durée de l'évènement et le type d'effort. L'une des disciplines où les femmes se rapprochent le plus des hommes est la natation [31], à l'inverse l'écart est le plus élevé pour les épreuves d'athlétisme.

Globalement les hommes ont des membres plus longs, avec une ossature plus solide et une masse et une force musculaire plus élevée. Quant aux femmes, elles présentent une fatigabilité musculaire moins importante et une récupération plus rapide lors des exercices d'endurance.

Depuis maintenant quelque temps, de nombreuses études semblent se poser la question sur l'impact que pourrait avoir le cycle menstruel sur la performance.

1.2.3 Modification de la performance basée sur le cycle menstruel

L'effet du cycle menstruel sur la performance est petit à petit admis comme une observation clé chez les athlètes féminines. Les hormones féminines fluctuent au cours du cycle menstruel et accorder de l'importance à ces fluctuations pourrait être important pour améliorer la performance des athlètes féminines. En plus de la fonction reproductive des hormones, celles-ci influencent d'autres systèmes physiologiques et leurs actions lors des exercices pourraient être impliquées sur la performance.

La teneur des hormones sexuelles féminines est susceptible d'être la cause d'une production altérée de la force musculaire. L'une des premières théories concerne l'impact des différents effets de l'œstrogène et de la progestérone.

L'œstrogène est considéré comme un neuro-excitateur [32] avec un effet anabolisant sur les muscles squelettiques [33]. Il a été démontré qu'il est impliqué dans les changements du métabolisme du substrat, en favorisant l'absorption et le stockage du glycogène dans le foie et les muscles en augmentant la synthèse de lipide et en améliorant la lipolyse dans les muscles [34].

Des niveaux élevés en œstrogènes ont tendance à épargner les réserves de glycogène et favorisent alors les exercices d'ultra-endurance chez les femmes en augmentant la disponibilité des acides gras libres.

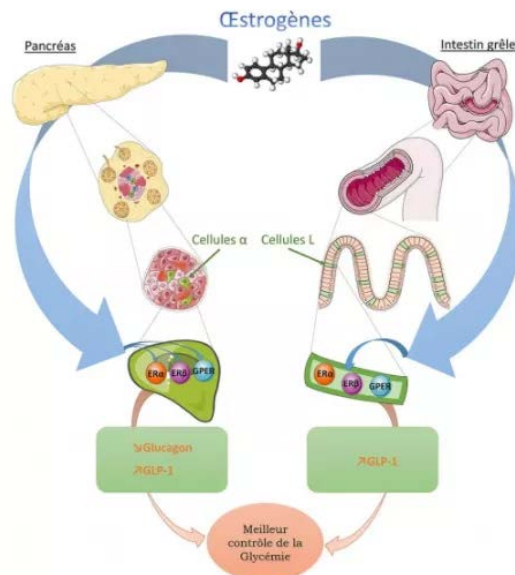


Figure 5: Influence des œstrogènes sur la régulation de la glycémie

De plus il semble que la progestérone ait des effets anti-œstrogéniques, c'est-à-dire qu'elle inhibe l'excitabilité corticale [32]. On peut donc supposer que la performance des athlètes serait favorisée lorsque la progestérone est au plus faible c'est-à-dire lors de la phase folliculaire et à l'inverse l'obtention de moins bons résultats lors de la phase lutéale car la progestérone est plus élevée. Certaines études affirment cette théorie [35], cependant d'autres semblent favoriser la phase mi-lutéale [36] ou encore semblent insinuer que le cycle menstruel n'influence pas la performance [37]. Il n'existe donc pas encore de consensus sur les effets du CM sur la performance.

Une autre cause pouvant entraîner des fluctuations de force lors du CM est basée sur la concentration en testostérone en fonction du cycle. En effet la testostérone peut améliorer la performance physique grâce à sa contribution dans le développement des tissus musculaires, l'amélioration de l'activité neuronale et des propriétés contractiles musculaires ainsi que le métabolisme énergétique [38]. Une étude de cohorte prospective a mesuré la concentration sérique de testostérone totale et libre, montrant que celle-ci variait considérablement pendant le CM, avec une augmentation tout au long de la phase folliculaire et un pic au milieu du cycle lors de la phase ovulatoire [39].

L'impact des hormones sexuelles sur les propriétés mécaniques des tissus et l'activité d'équilibre est une notion à prendre en compte. Par exemple les blessures à la cheville courantes chez les athlètes, comme les entorses, sont caractérisées par une instabilité et un balancement postural. L'étude [40] a révélé, pendant l'ovulation, un balancement de la posture et une élasticité musculaire plus élevés, ainsi qu'un tonus plus faible et une raideur des muscles de la cheville. Il semble donc important de mettre en place une prévention des blessures lors l'ovulation.

D'après l'étude [41] comprenant des mesures au cours du CM de la température basale du corps et des temps de réaction, au plus le niveau des hormones sexuelles était faible au plus la température était basse et le temps de réaction réduit. Ainsi pendant la phase lutéale, et plus particulièrement dans des conditions de chaleur et d'humidité, les athlètes peuvent être désavantagées en matière de thermorégulation.

Les taux circulants d'œstrogène et de progestérone induisent des variations de nombreux paramètres cardiovasculaires, respiratoires et métaboliques [42].

Et enfin durant ce cycle menstruel les femmes présenteront des symptômes périodiques comme l'irritabilité, la fatigue avec une moins bonne qualité de sommeil, ainsi que des douleurs, ce qui peut nuire à la performance des athlètes [43].

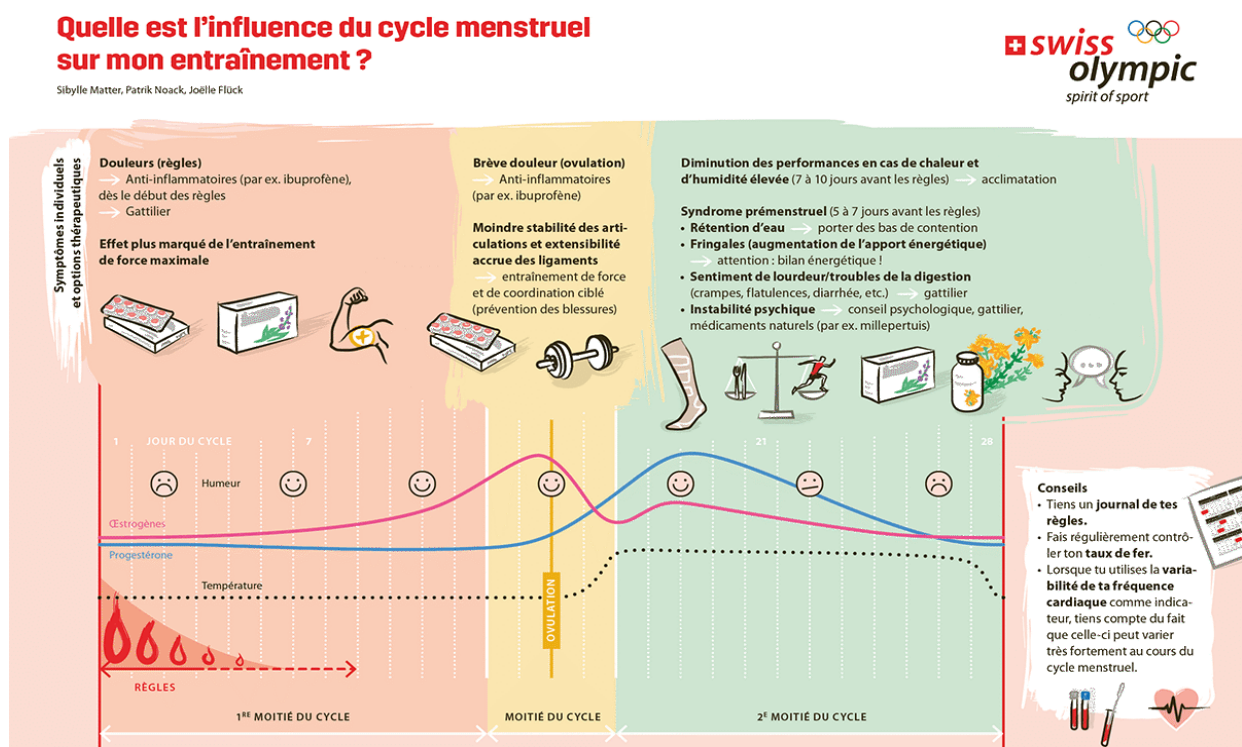


Figure 6: Graphique de Swiss olympic résumant les différentes hypothèses d'influence des menstruations sur l'entraînement

1.2.4 Les différents tests de performance physique

L'évaluation rationnelle des capacités physiques des athlètes peut être difficile. C'est pour cela que depuis un certain temps, les professionnels de santé mais aussi les préparateurs physiques, demandent des données concrètes utilisables pour la structuration des entraînements par exemple. Alors qu'avant nous étions sur une évaluation de la performance plutôt approximative, nous sommes aujourd'hui face à une évaluation plus scientifique et basée sur des paramètres physiologiques.

Les différents tests doivent être standardisés et précis, pouvant être effectués sur le terrain, en cabinet ou en laboratoire. Ces derniers doivent respecter des protocoles de manière à être reproductible d'une personne à l'autre.

Parmi les tests de performances anaérobies alactiques on retrouve notamment le *squat jump* et le *counter movement jump*. Il s'agit de tests qui évaluent les performances dans le domaine de la force et du conditionnement des sportifs et plus spécifiquement la capacité de saut vertical. Ce sont des tests souvent utilisés notamment dû à une durée d'exécution courte et l'utilisation d'un matériel simple : un tapis ou plateau composé de contacteurs qui enclenchent le chronomètre et un chronomètre-calculateur qui enregistre les temps de contact et de suspension. Au cours de chaque test, la force moyenne, la vitesse et la puissance peuvent être calculées.

Le squat jump (SJ) : Ce test tente de mesurer la détente verticale « sèche » sans contre mouvement vers le bas (non pliométrique). Le sujet démarre le test à 90 degrés de flexion de genou, main sur les hanches et effectue une poussée maximale vers le haut. Il évalue la puissance explosive du bas du corps et notamment des muscle extenseurs (grand fessier, quadriceps, gastrocnémiens).



Figure 7: Schéma explicatif du test squat jump

Le counter movement jump (CMJ) : Il s'agit des mêmes conditions de réalisation du SJ test, mais ici le sujet réalise une flexion préalable à l'extension, c'est-à-dire un contre mouvement reflétant la pliométrie. Ce saut révèle la structure élastique du muscle, et doit en principe, être plus haut que lors du SJ.



Figure 8: Schéma explicatif du test countermovement jump

Lors de la réalisation de ces tests il est nécessaire de préciser si le balancement et le contre mouvement des bras a été utilisé car ils ont un effet additionnel sur la hauteur du saut [44].

La fiabilité et la validité factorielle de ces deux tests ont été évalués, permettant de valider ces tests dans l'estimation de la performance, et plus précisément de l'explosivité des membres inférieurs [45]. Cette étude [45] a évalué 7 tests de puissance explosive des membres inférieurs, et sur la base des résultats on peut conclure que le CMJ et SJ présentaient une corrélation la plus élevée avec le facteur de puissance explosive.

Il existe une différence entre ces deux tests avec notamment la hauteur atteinte ou encore la puissance produite plus élevée lors du CMJ dû à l'utilisation du cycle d'étirement-raccourcissement musculaire. Au plus la différence de performance entre les deux tests est importante, au plus cela nous indique une meilleure utilisation du cycle d'étirement-raccourcissement [46].

Ensuite on retrouve le five jump test (5JT) : A la différence du SJ et CMJ, ce dernier évalue la capacité de saut horizontal. Il est donc également utilisé sur les terrains pour évaluer la puissance explosive des membres inférieurs mais aussi pour établir la distance parcourue. Il se réalise avec un départ à pieds joints, puis le sujet va réaliser des sauts vers l'avant un pied après l'autre et finir lors du dernier saut les pieds joints. La performance absolue est mesurée en mètre à l'aide d'un mètre ruban du bord du pied avant en position de départ au bord du pied arrière en position finale et doit prendre en compte la taille du sujet. La validité et la fiabilité de ce test ont été confirmées par plusieurs études [47] [48]. Le protocole de cette étude [48] visait à tester la relation entre la performance absolue du 5JT et des essais de puissance explosive réalisés en laboratoire.

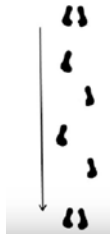


Figure 9: Schéma explicatif du five jump test

Les tests Yo-Yo de récupération intermittents (Yo-Yo RI ou IET) : actuellement ce test est l'un des tests sportifs les plus étudiés en science du sport. Le participant va réaliser des trajets navettes, de 2x20mètres avec un virage de 180° et une vitesse progressivement croissante contrôlée par des bips sonores. La récupération entre chaque navette est de 5 à 10 s. Le sujet court jusqu'à ce qu'il ne puisse plus maintenir l'allure (échec à 2 reprises à atteindre la ligne), la distance totale parcourue est le résultat du test. Il y a un niveau 1 (Yo-Yo IR1) avec des vitesses plus faibles et un niveau 2 (Yo-Yo IR2) avec des vitesses plus modérées. Le Yo-Yo IR1 représente un travail aérobique intermittent de haute intensité, c'est-à-dire qu'il évalue la capacité de l'athlète à effectuer des exercices intermittents induisant une activation maximale du système aérobique. Tandis que le Yo-Yo IR2 sollicite un travail aérobique et anaérobique [49], déterminant ainsi la capacité de l'individu à récupérer d'un exercice répété. Les deux niveaux déterminent la capacité du sujet à se remettre d'un exercice intense. Les tests Yo-Yo RI sont des moyens simple et valide d'acquérir des informations pertinentes sur la capacité d'un athlète à réaliser des exercices intenses répétés et à examiner les changements de performance. L'étude [50] confirme que grâce à une reproductibilité et une sensibilité élevées, ce test permet bien une analyse de la capacité physique des athlètes dans les sports intermittents. En effet grâce à une mesure de la fréquence cardiaque et des métabolites avant, pendant et après les tests Yo-Yo mais aussi grâce à l'analyse sur plus de 37 joueurs de football, ils ont pu constater que les résultats étaient liés à la performance physique lors des matchs.

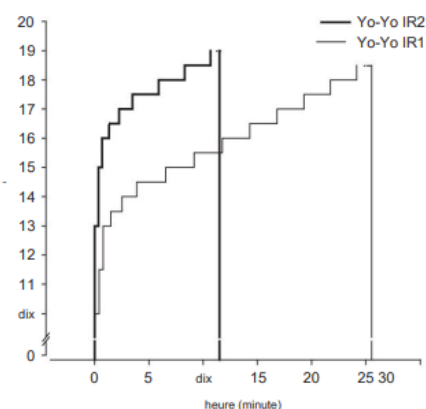


Figure 10: Représentation schématique des tests Yo-Yo IR1 et Yo-Yo IR2 [49]

D'un point de vue physique, dans certains sports comme le football les athlètes doivent réaliser des accélérations et des sprints à vitesse maximale avec ou sans changement de direction. Cette vitesse joue un rôle crucial dans ces sports, c'est pour cela que des tests basés sur la course à pied ont été développés. On retrouve des tests de sprints répétés, linéaires, avec changement de direction...

Il existe un **test d'aptitude au sprints répétés (RSSA)** : L'individu doit réaliser 6 répétitions de sprints navettes sur 40 mètres (20+20 mètres car il y a un changement de direction à 180°), avec un temps de récupération passif de 20 secondes entre les sprints. Le sujet part de la ligne de départ, sprinte jusqu'au 20m en touchant la ligne avec le pied et revient le plus vite possible. La moyenne des 6 temps permet d'obtenir un score RSSA [51]. Ce type de test est valide et fiable pour évaluer des séquences d'efforts explosifs dans des sports d'équipes comme le football, le rugby, le handball. En effet dans l'étude *Impellizzeri (2008)*, les tests de RSSA ont été réalisés chez des joueurs de footbolls de niveaux et de postes différents. La différence retrouvée dans les résultats permet de confirmer la validité de ce test pour la mesure de la capacité à répéter des trajets en navette.

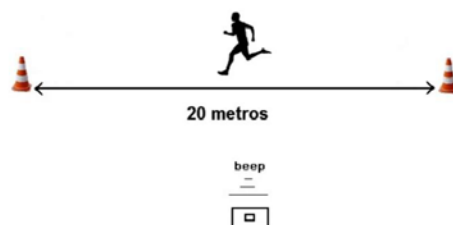


Figure 11: Illustration du test RSSA

Le test de compression des adducteurs est souvent utilisé dans l'évaluation de la douleur et des blessures à l'aîne, assez répandue dans les sports de terrain comme le football. Mais ce test permet aussi d'évaluer l'intégrité musculaire des adducteurs à l'aide d'un tensiomètre. Pendant le test, le patient est couché sur le dos, les bras croisés et la tête à plat. Le brassard du tensiomètre pré-gonflé à 10 mm Hg est placé entre les genoux, le tiers médian du brassard étant situé au niveau des condyles fémoraux médians. La position des hanches et des genoux varie selon les études mais la plus courante est genoux fléchis à 90° et les hanches fléchies à 45°. Cette position est optimale pour une activation et une force maximale des adducteurs. L'articulation de la hanche reste toujours en position neutre de rotation mais on retrouve aussi des mesures à 0° de flexion de hanche et genoux en rectitudes. Des essais de pratique sous-maximale dans chaque position de test sont autorisés pour se familiariser avec le protocole. La valeur la plus élevée affichée sur le tensiomètre est celle retenue, avec un repos de 2 minutes entre chaque test. Ce test s'est avéré être un outil valide et fiable pour évaluer les scores de force des adducteurs dans les sports d'équipe. L'étude *Roe (2016)* a testé sur une équipe de rugby à XV ce test avant un match puis immédiatement, 24h, 48h et 72 heures après le match.

Pour évaluer les membres inférieurs mais de manière plus globale on retrouve également **la presse à jambes**. Elle permet de mesurer la puissance de crête relative (RPP), avec un test progressif de 10 répétitions allant jusqu'à la Résistance Max (RM) pour la dernière répétition. L'étude *Redden (2018)* a utilisé un protocole répété test-retest dans lequel treize joueurs de football ont entrepris un test de presse à jambes de résistance incrémentielle à trois occasions distinctes pour évaluer les variations entre ces tests. La valeur du Coefficient de Corrélation Intra-classe ICC >0,866 suggère une « bonne fiabilité ».

D'autres tests de sprints peuvent être effectués comme le **test de sprint de 20 ou de 30 mètres**. Il s'agit de mesures répétitives considérées comme fiables dans un examen complet de la surveillance des performances de sprint (Haugen2016).

Il est également possible d'évaluer la performance selon un métabolisme anaérobie lactique grâce à des mesures en laboratoire mais l'accessibilité au laboratoire peut rendre la réalisation du test plus compliquée et ne reflète pas toujours les vraies conditions vécues par le sportif. Le choix entre ces différents tests dépendra du sport pratiqué par le sujet pour être le plus pertinent possible.

SJ	CMJ	Five jump test	Yo-Yo	RSSA	Sprint	Compression ADD	Presse
Capacité de saut vertical sans contre mouvement, puissance explosive des membres inférieurs	Capacité de saut vertical avec contre mouvement, puissance explosive des membres inférieurs	Capacité de saut horizontal, puissance explosive des membres inférieurs et distance parcourue	Capacité à réaliser des exercices intenses répétés (endurance aérobie) et la capacité à récupérer	Capacité à répéter des trajets en navette	Capacité d'accélération et de vitesse maximale linéaire	Force isométrique des adducteurs	Puissance et force des membres inférieurs

Tableau 1: Récapitulatif des différents tests et de la performance évaluée

1.3 Hypothèse et Intérêt de l'étude

1.3.1 Intérêt de l'étude

Cette étude émet l'hypothèse que le cycle menstruel pourrait avoir un impact sur la performance des athlètes féminines, que ce soit à l'entraînement ou lors des compétitions. On observerait alors une corrélation entre les hormones sexuelles féminines et un amoindrissement de la performance dans le milieu du sport féminin. Il existe un écart significatif des résultats entre les hommes et les femmes lors des compétitions, il paraît donc pertinent d'étudier l'influence de ce cycle sur cette disparité.

L'intérêt de cette étude épidémiologique étant de déterminer si le cycle menstruel est bien un facteur de risque de variabilité de la performance sportive afin de mettre en place des recommandations générales pour les entraînements en fonction du cycle menstruel. De plus les femmes sont significativement sous-représentées dans toutes les revues de médecine du sport, donc cette étude permettrait d'atténuer l'inégalité entre les sexes dans la littérature [3].

Le masseur kinésithérapeute du sport joue un rôle de rééducation mais il permet également grâce à ses conseils envers les coachs, d'adapter les entraînements aux particularités de chacun. Dans le référentiel de compétences de la FNEK, la compétence 10 comprend « Instaurer et maintenir des liaisons et partenariats avec les acteurs, réseaux et structures intervenant auprès des patients (santé, médico-social, social, sportif, culturel, associatif...) ». Le but est d'optimiser les performances des athlètes, tout en jouant un rôle sur la prévention des blessures. Le masseur-kinésithérapeute est un professionnel de santé essentiel en matière de préparation sportive.

L'impact du cycle menstruel sur la performance peut se rapprocher d'un sujet de préparateur physique mais le masseur kinésithérapeute accompagne également les sportifs dans leur santé physique et mentale et non pas uniquement un rôle sur les blessures.

Selon l'étude de *Kishali et al., 2006* [6], presque la moitié des athlètes déclarent que le cycle menstruel affecterait négativement leur performance. En 2015, Paula Radcliffe, athlète britannique de longue distance, a déclaré qu'il s'agissait « d'un manque d'apprentissage », que le sport n'a pas appris à gérer le cycle menstruel des athlètes d'élite. Ce dernier est même qualifié de « dernier tabou » par la joueuse de tennis britannique, Annabel Croft. En effet le CM est une variable généralement délaissée et sous-explorée dans le sport, surtout d'un point de vue du suivi.

Dû à l'accroissement nouveau du nombre d'athlètes féminines et à l'absence de consensus relatif aux effets du CM sur la performance physique, il semble nécessaire de développer les études sur ce sujet. Cela permettra également d'éclaircir les directions des recherches futures.

1.3.2 Question étiologique basée sur le modèle PICO

La question étiologique de recherche de cette étude est formulée selon le modèle de l'acronyme PICO.

Population	Population analysée	Athlète, sportive, pratiquant un sport collectif
Intervention	Facteur d'exposition (de risque)	Tests physiques comprenant au moins une phase du CM
Comparateur	Absence de facteur d'exposition évalué	Comparaison des résultats des tests en fonction de la phase du cycle menstruel
Outcome- Critère de jugement	Survenu de l'évènement	Lien entre les phases du CM et la performance

Tableau 2: Question de recherche conformément au modèle PICO

Dans cette revue de littérature on cherche à savoir si les résultats des tests physiques (I) effectués chez des athlètes (P) sont influencés par le cycle menstruel (O). La comparaison se fera entre les différentes phases du cycle menstruel (C), permettant ainsi de voir si une phase du cycle peut être responsable d'une variation de la performance.

Il existe de nombreux facteurs de risques pouvant influencer la performance de la femme sportive. Mais est ce que le cycle menstruel fait partie de ces facteurs ?

1.3.3 Objectif(s) de l'étude

Cette revue de littérature a pour but central de résumer les éléments actuels de la science concernant l'impact que pourrait avoir le cycle menstruel sur la performance des athlètes féminines. L'objectif est donc de réaliser une recherche et de rassembler un recueil d'études en lien avec le cycle menstruel et la performance physique. Une synthèse des études pertinentes sera ensuite réalisée pour objectiver ou non ce facteur de risque.

Cette étude cherche dans un second temps à éclairer et avertir les professionnels de santé, les entraîneurs, les préparateurs physiques et les sportifs sur ce facteur de risque.

2 Méthode

2.1 Critères d'éligibilité pour les études de cette revue

2.1.1 Types d'études

Cette revue est une étude épidémiologique qui émet une présomption sur le facteur de risque que représente le cycle menstruel pour la performance. L'épidémiologie est une discipline contemporaine qui s'est développée avec les modifications de la société et l'apparition des nouvelles maladies. Dû à cette évolution l'épidémiologie a pu rester un outil pertinent pour comprendre les différentes maladies et événements sanitaires [52]. De nombreuses disciplines comme l'éthique, la philosophie et l'épistémologie sont liées à l'épidémiologie. Il s'agit d'un raisonnement dont le but est la description des phénomènes de santé et l'explication de leur étiologie.

L'épidémiologie est caractérisée par trois aspects :

- Descriptive, en rapport avec la fréquence, la répartition et la mesure des phénomènes de santé dans la population
- Analytique, avec l'analyse causale, équivalent à notre étude
- Evaluative, action de prévention des traitements

La causalité est un paramètre considérable en épidémiologie, son analyse a pour ambition de mieux appréhender un phénomène donné et de permettre d'améliorer les décisions d'action et d'intervention.

C'est la recherche d'une relation entre l'exposition à un facteur et une pathologie. L'intensité d'un lien de causalité est quantifiée grâce au risque relatif (RR) ou Odds-Ratio (OR) avec trois résultats possibles : < 1 le facteur de risque diminue la probabilité d'apparition de l'évènement, $=1$ absence de causalité, > 1 le facteur de risque augmente la probabilité de survenue de l'évènement. Pour cette revue de littérature étiologique, les recherches se sont portées sur 3 types d'études.

- Les études cas/témoins : dans ce type d'étude, un résultat d'intérêt est d'abord prédéfini, puis les individus sont répartis dans un groupe « cas » présentant une pathologie et un groupe « témoin » sain. Il s'agit d'une étude rétrospective [53], ou l'on compare la fréquence de l'exposition à un facteur. On calculera l'Odd Ratio.
- Les études de cohorte ou « exposé/non exposé » : parmi un groupe de sujet sain, une partie est exposée au facteur de risque testé et l'autre non. On étudie ensuite le taux de patients qui développent la pathologie. Ici il s'agit donc d'une étude prospective. Elles peuvent aussi être rétrospective, quand le recueil d'information se fait à postériori de l'évènement. On calculera le RR.
- Les études transversales : elles se réalisent à un instant T. Ces études descriptives mesurent dans une population, une maladie ou sa prévalence, et le degré d'exposition à un facteur. N'effectuant pas de suivi dans le temps, elles représentent le plus faible degré de preuve.

2.1.2 Population

Cette étude s'adresse à une population féminine d'athlètes et de sportives pratiquant un sport collectif. Les critères d'inclusions sont donc les suivants :

- Des femmes ménorrhées en bonne santé
- Avoir un cycle menstruel régulier
- Entraînement régulier donc athlètes et sportives avérées, d'un sport collectif

Les critères d'exclusion sont :

- La prise de contraceptif hormonal
- Être simplement active ou avec une activité récréative
- Être ménopausée ou prépuberté

Nous avons choisi d'inclure uniquement des athlètes confirmées car dans les compétitions de haut niveau le moindre détail peut influencer les résultats. Chez les femmes uniquement récréatives peut être que le lien entre le cycle menstruel et la performance est moins évident à constater.

L'exclusion des participantes prenant une contraception hormonale est due au fait que plusieurs études affirment que cette contraception hormonale peut induire des modifications sur la performance [54], c'est donc une variable qui aurait pu perturber nos résultats.

2.1.3 Facteur de risque

L'objectif de cette étude est d'étudier l'influence du facteur hormonal sur la performance des athlètes féminines. Le but est donc de voir s'il existe un lien entre les fluctuations hormonales des différentes phases du cycle menstruel et l'apparition de l'évènement. Autrement dit, est-ce que l'incidence de l'évènement apparaît lors d'une phase spécifique du cycle menstruel ou est-ce qu'il n'y a aucune différence entre ces phases.

2.1.4 Évènement causé par le facteur de risque

L'évènement étudié est une variation de la performance. Cette variation sera objectivée grâce à des tests physiques réalisés en laboratoire ou sur le terrain mais pas à l'aide de questionnaires car ces derniers sont trop subjectifs.

2.2 Méthodologie de recherche des études

2.2.1 Sources documentaires

Pour réaliser cette étude et rassembler le plus d'articles scientifiques, les recherches ont été effectuées sur des bases de données électroniques telles que :

- Pubmed : Il s'agit de la plus grande base de données de publications scientifiques en ligne dans le monde.
- Cochrane Library : C'est une bibliothèque où l'on retrouve des revues systématiques, des essais cliniques ou encore des méta-analyses.
- Science Direct : est l'une des principales sources mondiales de recherche scientifique, technique et médicale.

2.2.2 Equation de recherche

Les équations de recherche pour mon étude ont été réalisées à l'aide de mots clés, notamment « menstrual cycle » et « performance », ainsi que leurs variantes. Grace à ces différents mots clés, différentes équations de recherche ont été effectuées jusqu'à parvenir à celle qui permettait d'obtenir les meilleurs résultats. Ces équations sont différentes selon les sources documentaires.

Source	Equation de recherche	Total d'articles
Pubmed	((menstrual cycle*) OR (menstrual phase*)) AND (performance*) AND ((athlete*) OR (elite))	181
Cochrane	« menstrual cycle » AND « performance » AND « athlete »	42
Science direct	"menstrual cycle" AND "performance" AND "athlete"	196

Tableau 3: Les différentes équations de recherche

Grace à ces équations de recherche un grand nombre d'articles a pu être obtenu.

2.3 Méthodologie d'extraction et d'analyse des données

2.3.1 Méthode de sélection des études

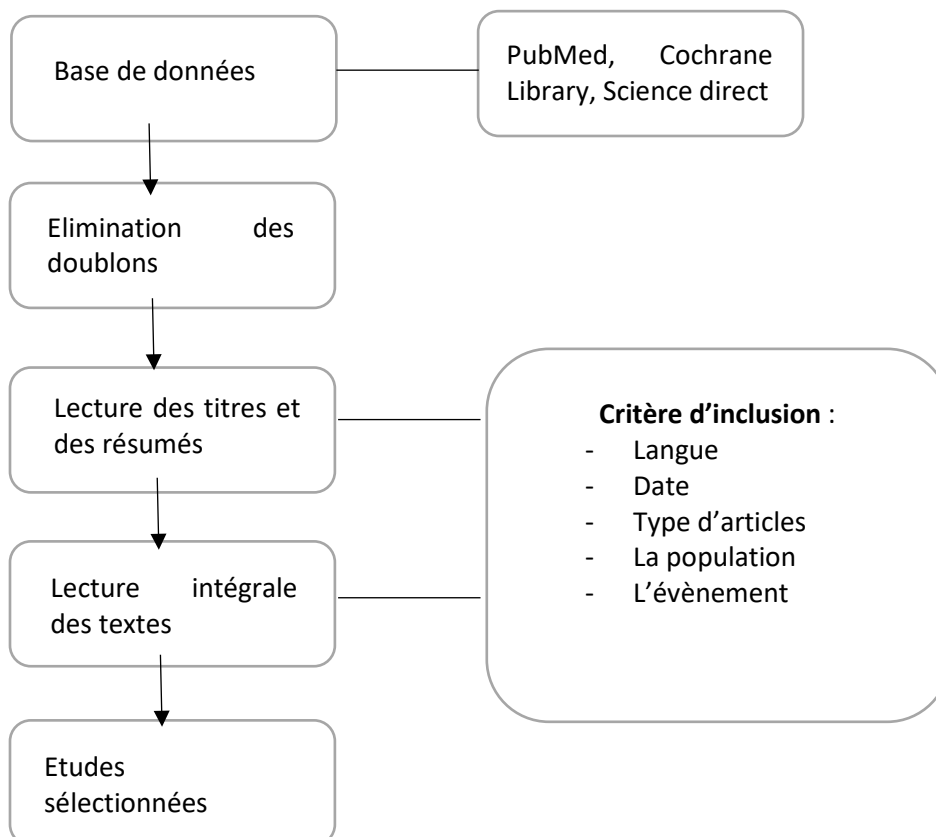


Figure 12: Résumé de la méthode de sélection des études

Du aux grands nombres d'études obtenues après nos recherches dans les sources documentaires, il est impératif de réaliser les étapes suivantes :

- **L'élimination des doublons**
- **La lecture des titres**, cela constitue la première phase de sélection nous donnant un aperçu du sujet abordé
- **La lecture des abstracts**, qui nous éclaire sur la méthodologie et le type d'étude
- **La lecture intégrale des textes**

Au cours de ces différentes étapes la sélection des articles s'effectue à l'aide de critères d'inclusion et d'exclusion.

▪ **Les critères d'inclusion :**

- Aucune restriction de langage
- Il s'agit d'une question étiologique donc il peut s'agir d'étude de cohorte, transversale ou cas témoin
- Athlète féminine avec un cycle menstruel régulier
- L'évènement c'est-à-dire un lien avec la performance
- Réalisation de tests de performances physiques

▪ **Les critères d'exclusion :**

- Le type d'étude avec les méta-analyses, les essais cliniques randomisés
- Une mauvaise qualité de l'article
- La population : femme non sportive ou simplement active, cycle irrégulier, ménopausée ou prépuberté
- Ablation du système reproducteur/traitement hormonal
- Prise de contraceptif hormonal
- Evaluation à l'aide de questionnaire
- Date de l'étude avant 2010

2.3.2 Méthode d'extraction des données

La méthode d'extraction des données s'effectue avec la lecture intégrale de l'article. Elle permet de savoir si les articles sélectionnés contiennent des données éligibles pour notre étude. Certains modèles d'extraction de données peuvent être obtenus auprès de Cochrane. Les données extraites seront liées au protocole que l'on suit avec notamment :

- Les données de base comme le titre, les noms des auteurs, le schéma d'étude
- Les participants avec l'âge, le nombre d'athlètes inclus
- La méthode d'évaluation de la phase du CM
- Les tests physiques effectués
- Les résultats et conclusion des auteurs

C'est une phase capitale où l'on retrouve l'extraction des données en rapport avec la question PICO et les critères d'inclusion et d'exclusion.

2.3.3 Évaluation de la qualité méthodologique

Il est important de vérifier la validité interne et externe de chaque article ainsi que la pertinence clinique.

Pour évaluer les articles sélectionnés dans cette étude, l'échelle d'évaluation appropriée est la **NEWCASTLE-OTTAWA SCALE (NOS)** (Annexes 2, 3, 4). En effet celle-ci est utilisée pour les études non-randomisées [55], donc plus précisément dans des études de cohorte, les études cas témoins et transversales.

Cette échelle utilise des critères prédéfinis et attribue un score avec des étoiles pour chaque étude. Elle évalue le risque de biais dans 3 domaines : la qualité de sélection des patients, la comparabilité entre les deux groupes et la détermination adéquate des résultats.

Cette échelle diffère en fonction du type d'études, avec des items distincts et une note maximale de 9 étoiles pour les études de cohorte et cas-témoin et 10 pour les études transversales.

Le score obtenu permet une classification des études en trois niveaux de qualité :

- **Faible** entre 0 et 3
- **Moyenne** entre 4 et 6
- **Haute** lorsque $>$ ou $=$ 7

Cette échelle ne permet pas de détecter tous les types de biais mais elle permet quand même de mettre en évidence le biais de sélection (mauvais choix d'échantillon), le biais de classement et le biais de confusion.

Pour interpréter les résultats des études épidémiologiques, on utilise la valeur « p » c'est-à-dire la probabilité d'obtenir un résultat sur l'échantillon (mais pas dû au hasard). Pour dire que le résultat est significatif, p doit être inférieur au risque d'erreur α , autrement dit inférieur au risque de rejeter l'hypothèse nulle alors que celle-ci est vraie.

La validité interne est donc vérifiée grâce à l'échelle NOS. La validité externe, elle, vérifie que les résultats obtenus sont applicables à la population générale et s'ils sont harmonieux avec la littérature existante.

2.3.4 Méthode de synthèse des résultats

Les résultats de chaque article seront évalués afin d'analyser les effets statistiques de chacun d'entre eux. Par la suite, l'ensemble de ces résultats sera assemblé dans un tableau récapitulatif en fonction la méthode utilisée pour évaluer l'impact du cycle menstruel.

Après l'évaluation qualitative des études grâce à l'échelle NOS, on effectuera l'évaluation des différents biais possibles et une synthèse quantitative des résultats grâce à l'analyse statistique de ces derniers.

Par la suite on pourra alors plus ou moins savoir quels sont les résultats les plus fiables et ainsi obtenir la meilleure estimation possible du facteur de risque présenté.

3 Résultats

3.1 Description des études

3.1.1 Processus de sélection des études

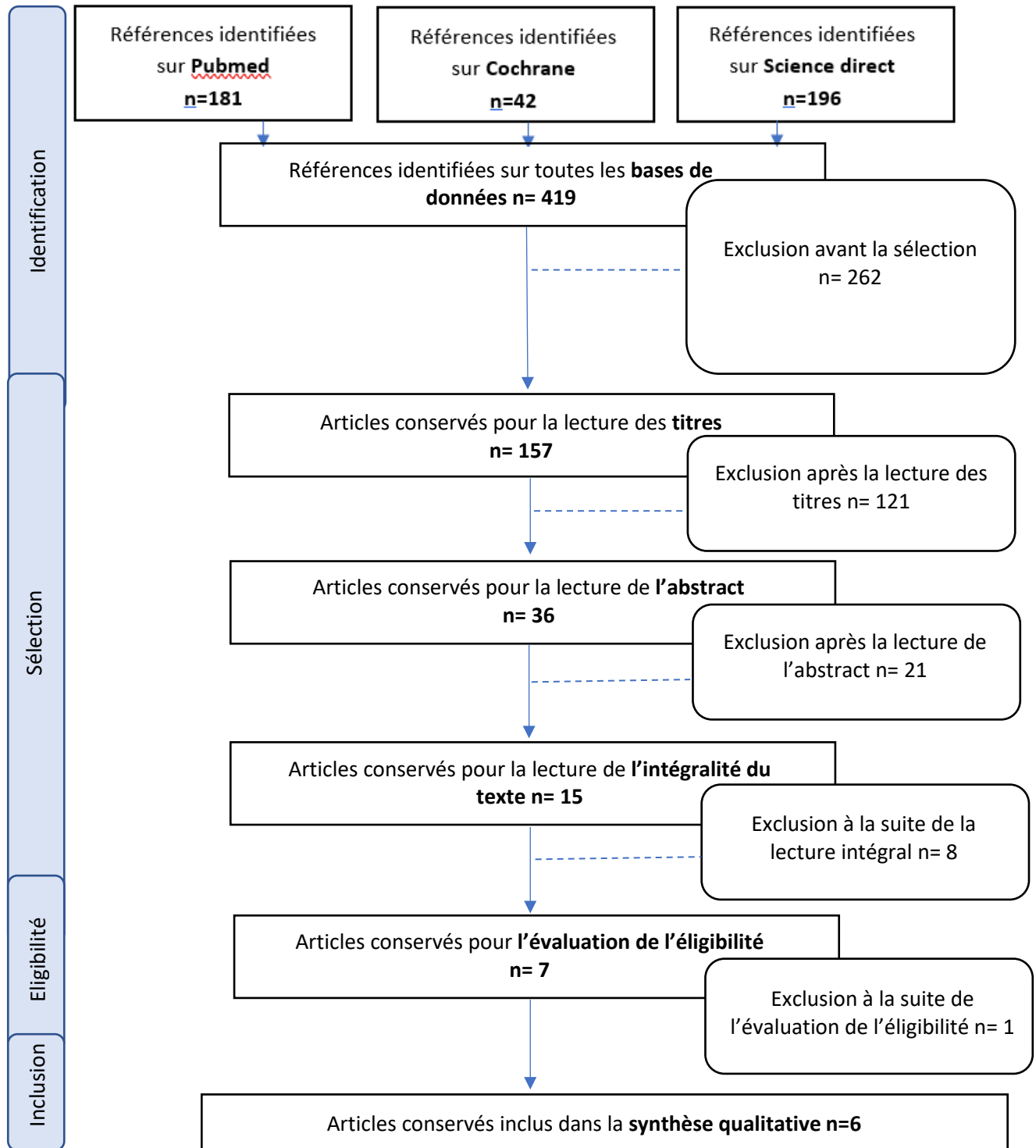


Figure 13 : Diagramme de flux

Le diagramme de flux présent ci-dessus est un graphique qui illustre les différentes étapes de sélections de données. Les trois grandes bases de données électroniques utilisées dans cette étude sont : PubMed, Cochrane et Science Direct. C'est à partir des 419 références sur ces trois bases de données que l'acheminement d'inclusion et d'exclusion des articles s'est mis en place.

L'exclusion d'un grand nombre d'articles a été effectué avant la sélection, dû à la présence des doublons, des revues de littérature, des articles ultérieures à 2010 ou encore des références qui n'étaient pas des articles (journal, citation...).

Lors de la sélection, la lecture des titres a permis d'exclure beaucoup d'articles. Ensuite lors de la lecture des abstracts, c'est surtout la présence d'une population qui ne correspondait pas (non-sportive, utilisatrice de contraceptif hormonaux) et l'utilisation de questionnaire pour évaluer la performance sportive, qui pousse à exclure plus de 20 articles.

Après une lecture totale des textes, ce sont les critères d'inclusions et d'exclusions de notre revue qui ont permis d'obtenir un total de 7 articles.

3.1.2 Etudes exclues

L'ensemble des articles exclus à la suite de la lecture de l'abstract et du texte en intégralité est représenté dans le tableau ci-dessous avec leurs motifs d'exclusion.

Auteur (Année)	Type d'étude	Motif d'exclusion
Findlay (2020)	Transversale	Critère d'évaluation de la performance : questionnaire
DAM (2022)	Cohorte prospective	Population : pas de critère d'inclusion « sportive » et inclusion des contraceptifs hormonaux
Brown (2021)	Transversale	Critère d'évaluation : entrevue individuelle semi-structurée
Statham(2020)	Transversale	Critère d'évaluation : Cambridge Gambling Task Population : sans et avec contraceptifs hormonaux
Read (2022)	Transversale	Critère d'évaluation : entretien semi-directif
FREEMAS (2021)	Transversale	Population : femmes actives de façon récréatives
PALUDO (2021)	Transversale	Population : femmes physiquement actives sans précisions du niveau ou du sport pratiqué
Mkumbuzi (2022)	Transversale	Critère d'évaluation : questionnaire démographiques et questionnaire de détresse menstruelle Moss
DeCarvalho (2022)	Transversale	Population : femmes physiquement actives sans précisions du niveau ou du sport pratiqué
Garcia-Pinillos (2021)	Transversale	Population : femmes entraînées à la résistance sans précisions du niveau ou du sport pratiqué
Graja (2022)	Transversale	Objectif : analyse des réponses biochimiques et neuromusculaires en fonction des phases du cycle menstruel
Benito (2023)	Transversale	Population : femmes entraînées à l'endurance sans précisions du niveau ou du sport pratiqué

Shalfawi (2021)	Transversale	Population : étudiantes avec un niveau d'activité limité au cours d'éducation physique et aux activités récréatives
Solli (2020)	Transversale	Critère d'évaluation : questionnaire en ligne
Romero-Moraleda (2019)	Transversale	Population : triathlètes

Tableau 4: Liste des études exclues et motif d'exclusion

Lors de l'évaluation de l'éligibilité une étude a été exclue. L'article de *Sánchez et al*, a obtenu un score de 4/10 à l'échelle de qualité (NOS) des études transversales. En effet en plus d'une taille d'échantillon faible (n=12), la détermination du facteur de risque, c'est-à-dire du cycle menstruel, se faisait grâce à un journal et une application, sans vérification par prise de sang ou test urinaire. Aucun suivi des non-répondants était réalisé dans cette étude.

3.1.3 Etudes incluses

3.1.3.1 Liste des études incluses

Auteur	Année	Titre de l'article
Julian et al	2021	Menstrual cycle phase and elite female soccer match-play: influence on various physical performance outputs
Julian et al	2017	The effects of menstrual cycle phase on physical performance in female soccer players
Tounsi et al	2018	Soccer-related performance in eumenorrhic Tunisian high-level soccer players: effects of menstrual cycle phase and moment of day
Igonin et al	2022	Impact of the Menstrual Cycle Phases on the Movement Patterns of Sub-Elite Women Soccer Players during Competitive Matches
Carmichael et al	2021	A Pilot Study on the Impact of Menstrual Cycle Phase on Elite Australian Football Athletes
Dasa et al	2021	The Female Menstrual Cycles Effect on Strength and Power Parameters in High-Level Female Team Athletes

Tableau 5: Liste des études incluses

3.1.3.2 Caractéristiques des participants et des études

Etude (Année)	Lieu	Design	Objectif	Taille échantillon	Population	Critères d'inclusions	Critères d'exclusions	Age moyen	Méthode de mesure de la performance	Evaluation du CM
<i>Julian et al (2021)</i>	Allemagne	Transversale	Examiner si le CM affecte les performances physiques lors des matchs en utilisant des GPS	15	Joueuses de football d'élite de première et deuxième ligue allemande	Cycle régulier Pouvoir confirmer la LP dans au moins un cycle Jouer au même poste et au minimum 75 min	Cycle irrégulier Utilisation de contraceptifs hormonaux Pas assez de temps de jeu	23 ± 4 ans	Dispositifs GPS 5Hz permettant de mesurer la distance parcourue par minute avec des zones d'intensités différentes	Bande de test d'ovulation urinaire + prélèvement sanguin lors de la PF
<i>Julian et al (2017)</i>	Allemagne	Transversale	Etudier les effets potentiels des phases du CM sur la performance dans des tests spécifiques au football	9	Footballeuses de haut niveau de deuxième ligue locale	Cycle régulier Participé à des compétitions de football pendant au moins 5ans	Cycle irrégulier Utilisation de contraceptifs hormonaux Non souffrant de blessure ou de maladie pouvant affecter la performance	18,6 ± 3,8 ans	Counter movement jump (CMJ) 3 sprints de 30m Yo-Yo Test d'endurance intermittent (Yo-Yo IET)	Journal menstruel + prélèvement sanguin le jour du test
<i>Tounsi et al (2018)</i>	Tunisie	Transversale	Examiner l'effet des phases du CM et du moment de la journée sur la performance	11	Footballeuses tunisiennes de haut niveau	Cycle régulier Agé de 18 à 25 ans Pratique du football d'au moins 6 ans Non-fumeur Menstruation depuis au moins 3 ans	Cycle irrégulier Utilisation de contraceptifs hormonaux Exempt de maladies métaboliques, cardiovasculaires ou respiratoires	21,18± 3,15 ans	Test des 5 sauts (5JT) Sprint répété (RSSA) Yo-Yo intermittent recovery test niveau 1	Prélèvement sanguin avant chaque jour de test

<i>Igonin et al (2022)</i>	France	Transversale	Evaluer l'influence des phases du CM sur les schémas de mouvements des joueuses de football	8	Footballeuses de deuxième division française	Cycle régulier Pratique du football Avoir joué au moins 3 matchs dans chaque phase de leur cycle (blessure, non sélection, remplaçante)	Cycle irrégulier Utilisation de contraceptifs hormonaux au cours des 6 derniers mois Gardienne de but	25,7 ± 3,3 ans	Utilisation d'une unité de mesure inertielle permettant la mesure de la distance totale parcourue, avec 4 plages de vitesse standardisées	Méthode de comptage basée sur le calendrier
<i>Carmichael et al (2021)</i>	Australie	Transversale	Explorer comment les athlètes de football australien peuvent être affectés par les phases du CM	5	Athlètes d'élite d'une équipe de football australien participant à l'AFLW (ligue professionnelle féminine de football australien)	Cycle régulier Pratique du football australien niveau élite Age compris entre 18 et 35 ans	Cycle irrégulier Utilisation de contraceptifs hormonaux	26,5 ans	Counter movement jump (CMJ) Test de compression de l'adducteur Questionnaire de bien-être et effort perçu	Journal d'évaluation du CM + analyse d'échantillon d'urine
<i>Dasa et al (2021)</i>	Norvège	Cas-Témoin	Etudier l'effet du CM sur les performances de force et de puissance par rapport aux témoins utilisant des contraceptifs hormonaux	29 (8 non-utilisatrice de contraceptifs hormonaux)	Athlètes des sports d'équipe de football, handball, volleyball concourant aux deux meilleurs niveaux nationaux	Cycle régulier Agée de plus de 18ans Concourir au niveau national dans leur sport d'équipe	Toutes blessures ou maladies interdisant les tests	21,2± 3,3 ans	Force de préhension isométrique volontaire maximale Sprint de 20m Counter movement jump (CMJ) Presse à jambes pneumatique	Phase menstruel et exposition au contraceptif hormonal autodéclarée + confirmation par prélèvement sanguin

Tableau 6: Caractéristiques des participants et des études

3.2 Risque de biais des études incluses

Les études d'observations non randomisées, comme les études transversales, sont exposées à de multiples risques de biais pouvant modifier les résultats obtenus. Autrement dit, des facteurs comme le choix des sujets, la saisie des données, l'évaluation ou encore l'interprétation sont susceptibles d'influencer les résultats d'une étude.

3.2.1 Grille Newcastle-Ottawa Scale (ONS)

L'échelle d'évaluation de la qualité (NOS) des études non-randomisées a été utilisée pour identifier la présence de biais en sein des études incluses. Cette échelle existe en trois versions selon les schémas d'étude, la version concernant les études transversale est celle-ci-dessous (Annexe 4), suivie de celle des études cas-témoins (Annexe 2).

Etude (Année)	Sélection				Comparabilité	Résultat		Score Total /10
	Représentativité de l'échantillon	Taille de l'échantillon	Les non-répondants	Détermination du facteur de risque		Evaluation des résultats	Tests statistique	
<i>Julian et al (2021)</i>	★		★	★ ★	★	★	★	7 Bonne qualité
<i>Julian et al (2017)</i>	★		★	★	★ ★	★	★	7 Bonne qualité
<i>Tounsi et al (2018)</i>	★			★	★	★	★	5 Qualité satisfaisante
<i>Igonin et al (2022)</i>	★		★		★ ★	★	★	6 Qualité satisfaisante
<i>Carmichael et al (2021)</i>	★		★	★	★	★	★	6 Qualité satisfaisante

Tableau 7: NOS étude transversale

Etude (Année)	Définition des cas	Représentativité des cas	Sélection du groupe contrôle	Définition des témoins	Comparabilité	Détermination de l'exposition	Même méthode de vérification	Taux de non-réponse	Score Total/ 9
<i>Dasa et al (2021)</i>		★	★		★	★	★		5 Qualité satisfaisante

Tableau 8: NOS étude cas-témoins

3.2.2 Synthèse des biais retrouvés dans les études incluses

Les biais retrouvés dans ces études peuvent influencer les résultats et nécessitent donc d'être déterminés. Les principaux biais des études, représentés dans la Newcastle-Ottawa Scale, peuvent être classés en trois catégories : les biais de sélection, les biais de classement ou d'information et les biais de confusion. En fonction du type d'étude, transversale ou cas-témoin, chacune des catégories présentera des biais spécifiques.

Ainsi ces biais sont représentés dans le tableau ci-dessus par l'absence d'une étoile dans la colonne correspondante. En effet les critères doivent être explicitement rédigés et respectés pour qu'une étoile puisse être attribuée.

Il existe trois grands types de biais :

- Biais de **sélection** : Il provient d'erreur dans la sélection des participants à l'étude et/ou de facteurs affectant la participation à l'étude. En conséquence, la relation entre l'exposition et la maladie diffère entre les sujets inclus dans l'étude et la population (y compris les non-participants ou les non-répondeurs).
- Biais **d'information ou de mesure** : Il se produit pendant la collecte des données avec par exemple une classification erronée (ex : un sujet est considéré comme exposé alors qu'il ne l'a pas). Pour éviter cela il faut des tests diagnostiques fiables et identiques entre les groupes.
- Biais de **confusion** : Il est dû à une erreur d'estimation de l'association entre les effets du facteur étudié et la maladie.

Sur l'ensemble de nos études, 5 sont des études transversales. Ce **type d'étude** possède une moins bonne qualité que les études de cohorte ou cas/témoins car pris à un instant T.

Une étude transversale est efficace lorsqu'elle représente l'ensemble de la population et nécessite donc un échantillon de grande taille. L'ensemble de nos articles présentent un **faible nombre de sujet** (n compris entre 5 et 15), il s'agit donc d'un biais qu'il faut prendre en compte. En effet ce dernier augmente le risque d'erreur car les résultats pourraient être dus au hasard ou à une coïncidence. De plus avec une étude transversale, il est difficile de déterminer une relation de cause à effet.

L'une des premières sources de **biais correspond aux sujets non-répondants**, c'est-à-dire les sujets sélectionnés pour participer à l'étude mais n'y participant pas ou alors les sujets y participants mais qui finalement doivent être retirés de l'analyse car ils ne permettent pas de répondre à l'objectif de l'enquête. Du aux nombreux critères d'exclusions et d'inclusions, l'ensemble des articles possèdent un nombre élevé de sujets non-répondants (entre 26 et 68 selon les articles). Par exemple l'article de *Julian et al (2017)*, sur 35 athlètes au départ seulement 9 sont sélectionnés pour les analyses finales. Dans l'étude *Tounsi et al*, aucune données récapitulatives sur les non-répondants n'ont été transmises. Aucun des articles sélectionnés a **perdu de vue** des participants lors de l'étude.

La **détermination de l'exposition** est différente selon les études. Seule celle de Julian et al de 2021, possède le moins de risque de biais car l'auteur a choisi comme moyen pour vérifier les phases du cycle menstruel des bandes de test d'ovulation urinaire et un prélèvement sanguin lors de la phase folliculaire. L'étude présentant un grand risque de biais dans la vérification de l'exposition est celle de *Igonin et al*, se basant seulement sur une méthode de comptage basée sur le calendrier. Les études restantes valident l'exposition avec des tests urinaires ou des prises de sang.

De plus la **séparation du cycle menstruel** en seulement deux phases n'est pas le plus appropriée. La phase lutéale devrait être divisé en trois, avec une attention particulière sur la phase lutéale tardive, ou l'on peut retrouver la présence de syndrome prémenstruel chez certaines femmes.

3.3 Effets de l'intervention

Dans cette revue de littérature nous nous intéressons au facteur de risque que représente le cycle menstruel sur la performance de la femme sportive. Le critère de jugement principal est donc d'observer si les résultats des tests de performance physique varient entre les phases du cycle menstruel.

L'ensemble des études sélectionnées n'utilise pas les mêmes moyens d'interprétation des résultats. Chaque résultat sera donc exploré isolément des autres. Pour affirmer qu'un résultat est significatif, on doit obtenir au minimum 95% de chance d'avoir un résultat qui n'est pas dû au hasard, à savoir que la probabilité p doit être inférieur à un risque d'erreur alpha défini à 5% ($p < 0,05$).

❖ Julian et al, 2021

Dans cette étude la performance des joueuses a été évaluée via des dispositifs GPS lors des matchs sur une période de quatre mois. Les résultats sont exprimés en mètres par minute et séparés en quatre zones sur la base de seuils individualisés (faible, élevé, très élevé et sprint). Les différences dans les paramètres de performance physique des matchs entre les phases du cycle ont été évaluées à l'aide d'un modèle linéaire mixte. Les deux phases comparées dans cette étude sont la phase lutéale et la phase folliculaire.

VARIABLES	PF	PL	Δ (95% IC)	P	ES
DISTANCE TOTALE (M/MIN)	103.00 \pm 7.69	103.89 \pm 6.84	-0.89 (-3.90 à 2.10)	0.53	0.08
ZONE 1 (M/MIN)	82.03 \pm 7.47	81.65 \pm 5.73	0.38 (-0.48 à 1.20)	0.36	-0.08
ZONE 2 (M/MIN)	11.41 \pm 3.40	11.61 \pm 3.27	-0.20 (-0.59 à 0.19)	0.29	-0.03
ZONE 3 (M/MIN)	5.90 \pm 2.16	6.64 \pm 2.72	-0.74 (-1.30 à -0.14)	0.02	0.41
ZONE 4 (M/MIN)	3.73 \pm 2.38	3.99 \pm 2.03	-0.26 (-0.79 à 0.27)	0.31	0.12
HAUTE INTENSITE	150 \pm 29	156 \pm 29	-6 (-13.1 à 1.10)	0.09	0.22
SPRINT	23 \pm 13	25 \pm 12	-2 (-5.50 à 1.50)	0.24	0.20

PF : phase folliculaire, PL : phase lutéale, Δ : changement de performance physique avec des intervalles de confiance (IC) de 95%, ES : taille de l'effet de Cohen

Tableau 9: Résultats des performances en match pour chaque catégorie physique

Toutes les données présentes dans le tableau ci-dessus sont données sous forme de moyennes \pm écart-type (ET). L'échelle utilisée pour la taille d'effet de Cohen est la suivante : < 0.2 trivial, ≥ 0.2 petit, ≥ 0.6 modéré, ≥ 1.2 grand [56].

ECART-TYPE	INTER-SUJET	INTRA-SUJET
ZONE 1, 2, 4	52,3% à 62,2%	29,6% à 47,7%
ZONE 3	61,2%	38,8%
DISTANCE TOTALE	33,6%	66,4%
HAUTE INTENSITE	60,1%	32,6%
SPRINT	51,9%	47,3%

Tableau 10: Ecart-type entre les sujets et au sein du sujet exprimé en pourcentage dans chaque zone de vitesse

Les résultats de cette étude suggèrent que la distance parcourue par minute en zone 3, c'est-à-dire à intensité très élevée, était significativement plus importante pendant la phase lutéale dans cette population de footballeuses d'élite. En effet il s'agit du seul résultat où $p < 0,05$ et où la taille de l'effet est la plus importante. Les autres variables ne sont pas avérées significativement différentes entre les deux phases du CM.

Une mesure du coefficient de Pearson « r » a été effectuée. Il permet de mesurer une relation linéaire entre deux variables continues, ici il s'agit de la relation entre la concentration des hormones et la performance physique. Un tableau d'interprétation des valeurs du coefficient est disponible en Annexe 5.

Œstrogène et Zone 1	$r = -0,32$	Force d'association moyenne
Progestérone et Zone 1	$r = 0,34$	Force d'association moyenne
Progestérone et Zone 2	$r = -0,32$	Force d'association moyenne
Autres associations	$r = 0,12$ à $0,29$ $r = -0,03$ à $0,08$	Force d'association petite ou trivial

Tableau 11: Tableau représentatif de l'association entre les hormones et la performance physique

❖ Julian et al, 2017

Cette étude observationnelle a effectué une batterie de tests physiques mesurant plusieurs composantes de la condition physique spécifique au football. Les phases comparées sont la phase lutéale et la phase folliculaire. Toutes les données ont été distribuées normalement (Kolmogorov-Smirnov) et exprimées en tant que moyennes \pm écarts-types (ET). Des tests (Sprint, CMJ, Yo-Yo IET) ont été réalisés par paires pour déterminer la différence de réponse moyenne entre les deux phases pour toutes les variables.

VARIABLES	PF	PL	P	ES	MBI
0-5 M(S)	1,1 \pm 0,1	1,1 \pm 0,1	1,00	0,00	Pas clair
0-10M(S)	1,9 \pm 0,1	1,9 \pm 0,1	0,25	0,18	Pas clair
0-30M(S)	4,7 \pm 0,1	4,7 \pm 0,1	0,96	0,00	Pas clair
CMJ (CM)	29,0 \pm 3,9	29,6 \pm 3,0	0,33	0,16	Pas clair
YO-YO IET(M)	3289 \pm 801	2822 \pm 896	0,07	0,56	Peut-être nocif

PF : phase folliculaire, PL : phase lutéale, p : signification statistique, ES : taille de l'effet de Cohen, MBI : inférence basée sur la magnitude

Tableau 12: Résultats des tests de performance pendant la phase folliculaire et la phase lutéale

En conclusion, dans la performance Yo-Yo IET, le MBI laisse sous-entendre que la phase lutéale pourrait avoir un effet néfaste sur la performance maximale. De plus seul le Yo-Yo IET possède un ES petit à modéré, alors que toutes les autres variables sont triviales.

Pour toutes les autres variables de performance, aucune différence significative n'a été révélée, bien qu'une tendance à la signification ait été observée dans le Yo-Yo IET entre les phases avec $p=0,07$ donc pas $p<0,05$ mais il s'en rapproche.

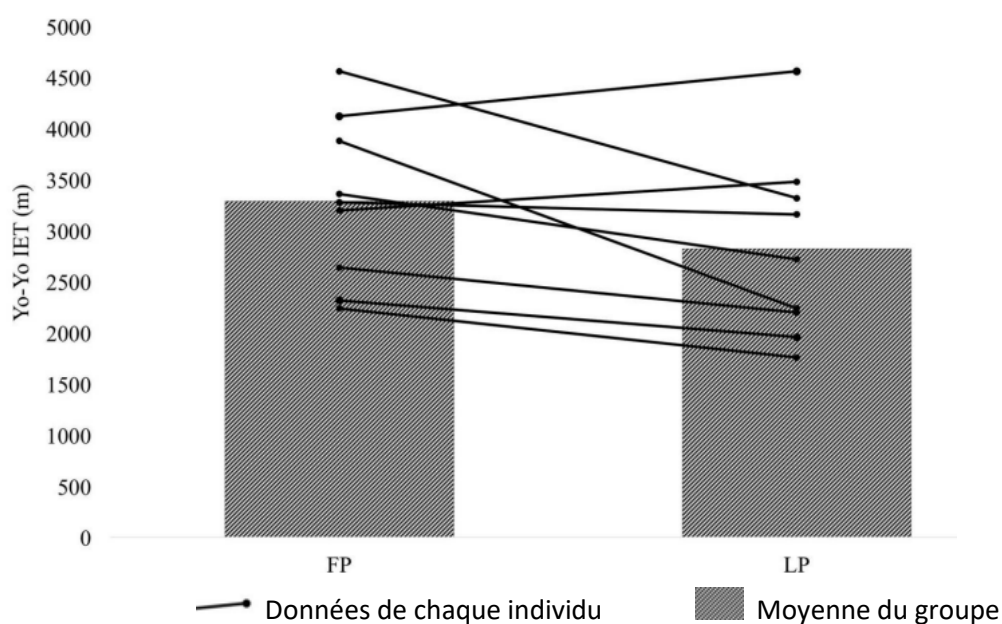


Figure 14: Graphique représentant les mètres parcourus pendant le Yo-Yo IET lors des deux phases du cycle menstruel

❖ **Tounsi et al, 2018**

Cette étude visait à examiner les effets combinés des phases du cycle menstruel et du moment de la journée sur la performance dans les tests 5JT, RSSA, Yo-Yo 1. Les phases comparées sont la phase folliculaire précoce, folliculaire tardive et lutéale. Dans chaque période une session est réalisée à 7h30 et l'autre à 17h30. La normalité des données a été vérifiée à l'aide du test de Kolmogorov-Smirnov. Les tailles d'effet ont été calculées à l'aide de l'éta carré partiel (η^2).

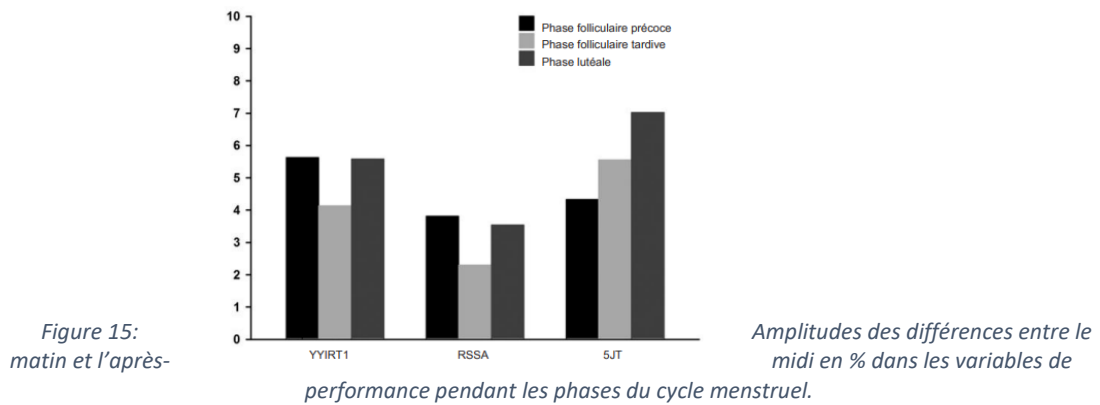
VARIABLE	Phase folliculaire précoce		Phase folliculaire tardive		Phase lutéale		Effet global P
	MORNING	AFTERNOON	MORNING	AFTERNOON	MORNING	AFTERNOON	
YO-YO (M)	901.82± 405.31	905.45± 386.69	843.64± 324.69	865.45± 365.41	894.55± 406.46	894.55± 305.3	CM : $p>0.05$ MJ : $p>0.05$ I : $p>0.05$
RSSA (S)	8.89±0.31	8.55±0.28	8.71±0.38	8.50±0.26	8.71±0.32	8.40±0.28	CM : $p>0.05$ MJ : $p<0.001$ I : $p>0.05$
5JT (M)	8.71±0.60	9.09±0.68	8.63±0.52	9.11±0.58	8.45±0.57	9.04±0.51	CM : $p>0.05$ MJ : $p<0.001$ I : $p>0.05$

Remarque : les valeurs sont sous forme de moyenne ± écart-type. CM= cycle menstruel, MJ=moment de la journée, I= interaction moment de la journée-cycle menstruel.

Tableau 13: Résultats des différents tests en fonction du cycle menstruel et du moment de la journée

Les résultats montrent qu'il n'y a aucune interaction significative entre la phase du cycle et le moment de la journée dans toutes ces variables ($p > 0,05$). De plus, dans toutes les phases du cycle menstruel étudiées, aucune d'elles ne semblent avoir un impact significatif sur la performance de ces tests ($p > 0,05$). Un effet significatif du moment de la journée est observé pour le RSSA ($p < 0,001$ et $\eta^2 = 0,80$) et pour le 5JT ($p < 0,001$ et $\eta^2 = 0,93$) avec un résultat plus faible l'après-midi pour le RSSA et l'inverse pour le 5JT.

Aucun effet significatif de la phase du cycle menstruel n'a été observé sur les amplitudes des différences du matin à l'après midi ($p > 0,05$).



En ce qui concerne le coefficient de variation entre les phases du CM, ce dernier ne présente aucune différence significative entre les séances du matin et de l'après-midi ($p > 0,05$).

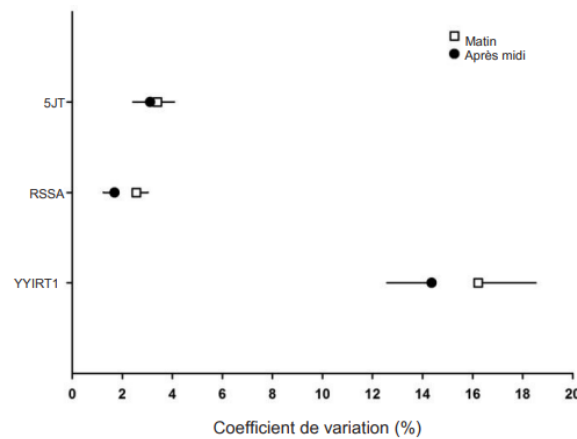


Figure 16: Coefficients de variation (%) à travers les phases du cycle menstruel lors des séances expérimentales du matin et de l'après-midi. Les valeurs sont des moyennes et écart-type

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'influence des phases folliculaire précoce (FE), folliculaire tardive (FL) et mi-lutéale (ML) sur les schémas de mouvement des joueuses de football grâce à un dispositif placé sur la cheville des joueuses. L'enregistrement de la performance s'exprime en distance totale parcourue (DT) et en 4 plages de vitesse standardisées (faible, modérée, élevée, sprint). Les résultats sont représentés sous forme de moyenne \pm l'écart type et de coefficient de variation (CV%). La normalité des données a été vérifiée à l'aide du test de Shapiro-Wilk.

DISTANCE (M.MIN ⁻¹)	1 ^{ER} MI- TEMPS			2 ^{EME} MI- TEMPS			P		
	FE	FL	ML	FE	FL	ML	CM	PJ	CM+PJ
DT	89.1 \pm 13.7 (15.4%)	98.5 \pm 11.9 (12.10%)	92.5 \pm 8.3 (9.00%)	85.3 \pm 10.3 (12.10%)	91.8 \pm 12.3 (13.30%)	89.4 \pm 9.7 (10.90%)	0.01	0.03	0.73
FAIBLE	34.6 \pm 3.1 (9.00%)	34.3 \pm 3.4 (9.90%)	33.1 \pm 3.5 (10.60%)	33.2 \pm 1.8 (5.40%)	31.9 \pm 2.0 (6.30%)	31.9 \pm 2.9 (9.10%)	0.13	0.04	0.61
MODEREE	39.5 \pm 6.2 -15.70%	45.7 \pm 9.2 (20.10%)	42.4 \pm 6.8 (16.00%)	37.9 \pm 5.0 (13.20%)	42.6 \pm 9.3 (21.80%)	41.0 \pm 7.0 (17.10%)	0.001	0.053	0.77
ELEVEE	14.0 \pm 7.4 -52.90%	17.0 \pm 6.5 (38.20%)	15.8 \pm 6.7 (42.40%)	13.3 \pm 6.8 (51.10%)	15.9 \pm 6.1 (38.40%)	15.3 \pm 6.9 (45.10%)	0.005	0.26	0.93
SPRINT	0.64 \pm 0.86 -134.40%	1.12 \pm 1.31 (117.00%)	0.95 \pm 1.35 (142.10%)	0.60 \pm 0.82 (136.70%)	1.06 \pm 1.27 (120.00%)	0.92 \pm 1.31 (142.40%)	0.21	0.85	0.99

Remarque : Coefficient de variation (CV%) = (écart-type/moyenne) x100, CM : cycle menstruel, PJ : période de jeu, CM+PJ : interaction cycle menstruel-période de jeu.

Tableau 14: Distance parcourue lors des matchs en fonction des phases du cycle menstruel

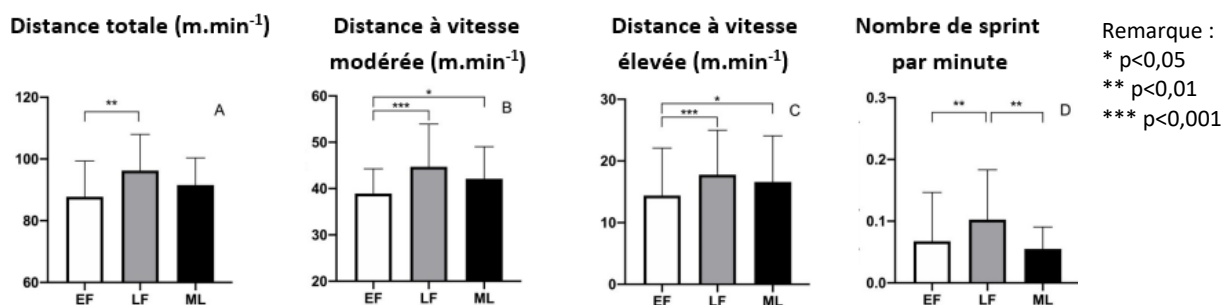


Figure 17: Graphique représentant les effets des phases du cycle menstruel sur les schémas de mouvement des joueuses de football

La distance totale est plus faible pendant la phase folliculaire précoce que pendant la phase la phase folliculaire tardive ($p=0,0048$, $d=0,78$ (effet modéré)). De même à vitesse modérée et élevée, les distances étaient significativement plus faibles pendant la phase FE que pendant la phase FL ($p<0,01$; $d=1,03$ (effet important) et $p=0,0011$; $d=0,79$ (effet modéré), respectivement) et pendant la phase ML ($p=0,04$; $d=0,57$ (effet modéré) et $p=0,048$; $d=-0,52$ (effet modéré), respectivement). Le nombre de sprints est significativement plus élevé dans la phase FL que dans les phases FE et ML ($p < 0,001$; $d = 0.7$ (effet modéré) et $p = 0.002$; $d = 0.96$ (effet important), respectivement).

❖ *Carmichael et al, 2021*

Ici l'objectif était d'étudier, chez les athlètes de football australiens, l'impact du cycle menstruel grâce aux tests de CMJ et de compression des adducteurs (à 0° et 60° degré de flexion de genou). Les deux phases comparées dans cette étude sont la phase lutéale et la phase folliculaire. Les statistiques descriptives pour chaque résultat dans les deux phases du CM ont été calculées et rapportées à l'aide de moyennes et d'écart types. Les modèles linéaires mixtes ont été utilisés pour étudier les différences entre les participants au niveau de la performance.

RESULTAT	Phase folliculaire		Phase lutéale		P
	N	MOYENNE±ET	N	MOYENNE±ET	
AS 0° (MMHG)	15	196 ± 48,1	21	201.4 ± 48	0.362
AS 60° (MMHG)	15	228 ± 58,8	21	230 ± 47.9	0.816
CMJ FT : CT	4	0,53 ± 0,09	7	0.48 ± 0.04	0.173
CMJ PP (W)	4	2850.7 ± 280.2	7	2812 ± 135.2	0.510
CMJ RPP (W/KG)	4	43.2 ± 8.3	7	42 ± 4.8	0.264

Remarque : AS = Test de compression des adducteurs, CMJ FT:CT = Rapport du temps de vol du CMJ au temps de contraction, CMJ PP = Puissance de crête absolue lors du CMJ, CMJ RPP= Puissance de crête relative lors du CMJ

Tableau 15: Résultats de performance lors des phases folliculaire et lutéale

Les résultats suggèrent que les phases du CM n'influencent pas la performance lors de la réalisation de Ces tests car $p > 0,05$.

❖ *Dasa et al, 2021*

L'objectif de l'auteur est d'étudier l'effet du cycle menstruel sur la force et la performance. Il s'agit d'une étude cas-témoins ou la performance des femmes présentant un cycle menstruel naturel est analysé, avec comme témoin, des femmes utilisant des contraceptifs hormonaux. La mesure de la fiabilité des tests de performance a été évalué grâce aux coefficients de corrélation interclasses (ICC) allant de satisfaisant à excellent selon les tests. Un de nos critères d'exclusions étant la prise de contraceptifs hormonaux on ne s'intéressera pas aux résultats du groupe témoin. Les deux phases comparées sont la phase lutéale et la phase folliculaire.

MC	FORCE DE PREHENSION	SPRINT 20M	CMJ	LEG PRESS
	Moyenne(kg) ± ET	Moyenne(s) ± ET	Moyenne(cm) ± ET	Moyenne(w/kg) ± ET
1 ^{ER} SEMAINE (PF)	25.1 ± 4.9	3.190 ± 0.129	30.7 ± 2.7	23.3 ± 3.0
2 ^E SEMAINE (PF)	25.8 ± 2.9	3.190 ± 0.101	33.5 ± 4.7	24.4 ± 2.9
3 ^E SEMAINE (PL)	28.7 ± 3.6	3.191 ± 0.116	31.5 ± 2.8	24.0 ± 3.6
4 ^E SEMAINE (PL)	25.6 ± 2.9	3.165 ± 0.121	30.8 ± 2.9	23.7 ± 3.1

Tableau 16: Résultats des différents tests de performance physique au cours des 4 semaines

Il n'y pas de changements statistiquement significatifs ($p > 0,05$) pour les deux phases différentes du CM en termes de performance physique.

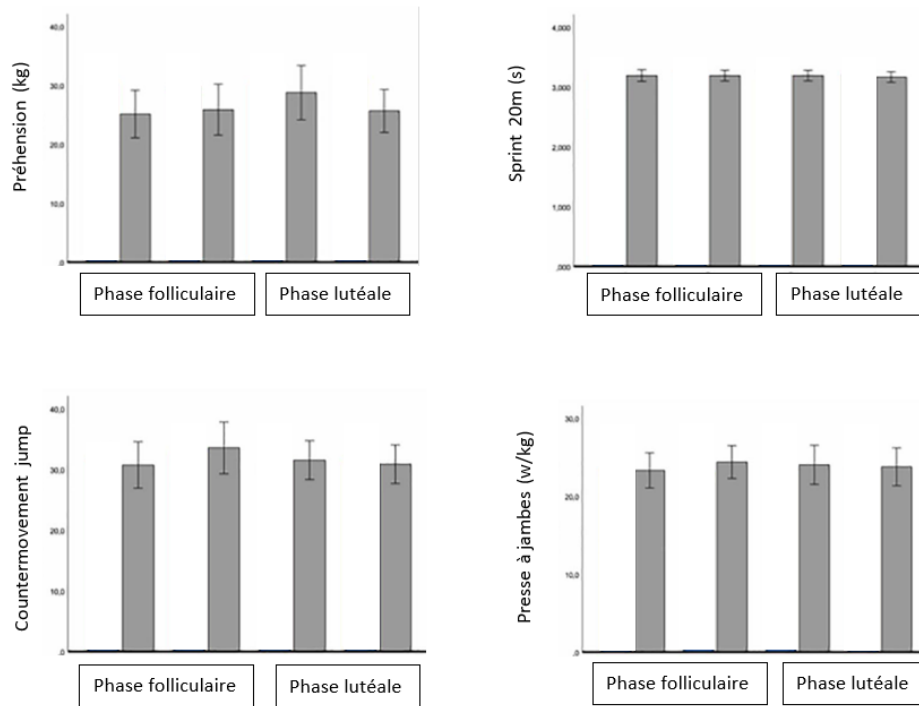


Figure 18: Valeurs moyennes tout au long du cycle menstruel avec des intervalles de confiance à 95%

Malgré des résultats non significatifs, on constate des variations hebdomadaires de la force de préhension isométrique, plus élevée dans la LP.

4 Discussion

4.1 Analyse des principaux résultats

Cette revue de littérature cherche à savoir s'il existe un lien entre la performance et les phases du cycle menstruel, ce qui pourrait nous permettre de mettre en place un consensus.

Dans cette revue, six études sont analysées dont cinq études transversales (*Julian2021*, *Julian2017*, *Tounsi2018*, *Igonin2022*, *Carmichael2021*) et une étude cas/témoins (*Dasa2021*).

En somme, le cycle menstruel et son influence sur la performance ont été analysés sur 56 athlètes de sports collectifs, avec une moyenne d'âge de 22,8 ans.

Les protocoles ont été réalisés sur une période de 4 mois (*Julian2021*), 3mois (*Carmichael2021*), 2 mois (*Julian2017*), 1 mois et demi (*Dasa2021*) et 1 mois (*Tounsi2018*). Pour l'étude (*Igonin2022*) il s'agit d'une période de trois saisons consécutives de compétition, c'est-à-dire 3 ans entre 2018 et 2021.

4.1.1 Analyse des populations

Parmi ces 6 études incluses, la population cible est parfaitement similaire. Il s'agit d'une population sportive, pratiquant des sports collectifs à niveau élevé. On retrouve dans cinq études la pratique du football, mais aussi du handball et du volley-ball et dans une étude le football australien. Il s'agit de sports complets qui demandent le développement de nombreuses qualités physiologiques comme l'endurance, la résistance, la vitesse, la force et la coordination. Une seule petite différence se trouve dans la pratique du volley qui est considéré comme un sport sans contact avec l'adversaire à l'inverse des autres sports.

Les populations sont sélectionnées directement dans les équipes sportives des clubs de compétitions avec un niveau élevé pour chaque étude allant de la deuxième ligue au football jusqu'au niveau national selon les sports. Cependant si on se rattache à la définition stricte du sport de haut niveau, on ne peut pas affirmer que notre population comporte des sportifs de haut niveau. En effet selon l'INSEE, le sport de haut niveau est reconnu par le code du sport et par une chartre du sport de haut niveau qui repose sur des critères bien établis. Ces critères sont :

- La reconnaissance du caractère de haut niveau des disciplines sportives
- Les compétitions de référence (Jeux-Olympiques, championnats du monde et d'Europe)
- La liste des sportifs de haut niveau
- Les filières d'accès au sport de haut niveau

Par exemple en France, une joueuse de l'Olympique de Marseille, s'il elle n'est pas en équipe de France, n'est pas considérée comme sportive de haut niveau. Une divergence de nationalité dans les études implique que les pays n'ont pas forcément les mêmes repères en termes de sportif de haut niveau.

Ces athlètes sont plutôt jeunes (35 ans maximum dans l'étude de *Carmichael et al*) et sont choisis sur la base du volontariat. On peut donc se poser la question si nos athlètes sont vraiment représentatives de la population sportive féminine. Cependant selon un rapport mensuel de l'Observatoire du football CIES datant de juin 2022, l'âge moyen des joueuses sur le terrain entre 2017 et 2022 oscille entre 24,3 et 25,2 ans. Ces résultats sont assez proches de la moyenne d'âge de nos études (22,8 ans).

De plus seulement 3 études (*Dasa2021, Julian2017, Tounsi2018*) prennent en compte le fait que les sujets ne doivent pas souffrir de blessure ou de maladie pouvant affecter la performance, ce qui peut alors considérablement biaiser les données. On retrouve également l'inclusion des cycles « réguliers » uniquement, ce qui ne représente pas la majorité des femmes ni même la réalité.

4.1.2 Analyse des interventions

Les six études sélectionnées procèdent toutes à l'évaluation de la performance grâce à des tests de performance physique. La modalité d'évaluation est donc sur le terrain et non en laboratoire. Néanmoins ces études ne présentent pas tous les mêmes tests, si non cette revue de littérature n'aurait pas pu être réalisée par manque d'articles. Les tests utilisés présentent tout de même des critères précis : pertinents, accessibles, valides et fidèles. Ils mesurent tous des capacités en lien avec le sport pratiqué par les athlètes.

On retrouve une évaluation de la puissance explosive des membres inférieurs dans 4 articles grâce au CMJ (*Dasa2021, Carmichael2021, Julian2017*) et au 5JT (*Tounsi2018*).

L'évaluation de la vitesse et des sprints se retrouve dans 5 articles, grâce à des systèmes GPS (*Julian2021, Igonin2022*) ou par des tests de sprint (*Julian2017, Tounsi2018, Dasa2021*).

La capacité à réaliser des exercices intenses répétés et la capacité à récupérer ont été évaluées grâce au Yo-Yo test dans l'étude *Julian2017 et Tounsi2018*.

Les autres tests mesurant notamment la force des membres inférieurs (presse à jambes pneumatique, compression des adducteurs) sont présents que dans une seule étude chacun. On analysera donc avec plus de recul les résultats de ces deux tests car nous ne pouvons les mettre en comparaison avec d'autres résultats.

La mesure de la performance est comparée entre la phase lutéale et folliculaire (*Julian2021, Julian2017, Carmichael2021, Dasa2021*) mais aussi entre la phase folliculaire précoce, folliculaire tardive et mi-lutéale (*Tounsi2018, Igonin2022*). Pour s'assurer d'effectuer les tests au moment des phases du CM, l'étude de Julian et al (2021) effectue un test d'ovulation urinaire et une prise de sang. Les études de Julian et al (2017), Tounsi et al (2018), Carmichael et al (2021), Dasa et al (2021) réalisent soit un prélèvement sanguin soit une analyse d'échantillon urinaire. Seule l'étude de Igonin et al (2022) se base sur un comptage à l'aide d'un calendrier menstruel. Les lacunes sur l'absence de dosage hormonal dans cette étude nous obligent à placer les résultats de cette étude à un niveau inférieur aux autres.

4.1.3 Analyse des résultats

On cherche donc à voir s'il existe une variabilité de la performance tout au long du cycle menstruel chez les sportives.

4.1.3.1 *Puissance explosive des membres inférieurs lors du CM*

Countermovement Jump (CMJ)	Résultats
<i>Julian2017</i>	p>0,05 donc aucune modification significative
<i>Carmichael2021</i>	p>0,05 donc aucune modification significative
<i>Dasa2021</i>	p>0,05 donc aucune modification significative

Five jump test (5JT)

Tounsi2018

$p > 0,05$ donc aucune modification significative

Les résultats des études ci-dessus ont montrés que la capacité de saut, et donc de puissance explosive des membres inférieurs, n'était pas modifiée au cours des phases du cycle menstruel. Nous avons pu aussi déduire des études [57] [58] que la puissance maximale, mesurée par des tests de sauts, était similaire au cours du cycle menstruel.

4.1.3.2 Vitesse et sprint lors du CM

Système GPS	Résultats
<i>Julian2021</i>	$p = 0,02$ en Zone 3 avec une plus grande distance en PL qu'en PF $p > 0,05$ pour les autres variables
<i>Igonin2022</i>	$p = 0,0048$ pour la distance totale qui est plus élevée lors de FL que FE $p < 0,001$ en Zone 2 avec une plus grande distance en FL et ML qu'en FE $p < 0,04$ en Zone 3 avec une plus grande distance en FL et ML qu'en FE $p < 0,05$ avec un nombre de sprint plus élevé FL qu'en FE et ML

L'étude *Julian2021* suggère que la distance de course à haute intensité est significativement plus élevée en phase lutéale qu'en phase folliculaire dans cette population de footballeuses élite.

L'étude *Igonin2022* suggère que la phase folliculaire précoce (FE), c'est-à-dire la période des menstruations, pourrait affecter négativement les mouvements des joueuses en match, et plus précisément la distance totale, la distance de course à moyenne et haute intensité ainsi que le nombre de sprints. *Phoebe Read* a évalué la perception de l'impact du cycle menstruel chez quinze footballeuses d'élite à l'aide d'entretiens. Au stade menstruel, les joueuses déclarent être moins préparées à la compétition et récupèrent moins bien dû au manque de sommeil et d'appétit mais aussi à cause des douleurs et de la fatigue. De plus les femmes menstruées, surtout celles qui ont des saignements menstruels abondants, ont un risque élevé de carence en fer. D'après *James P McClungest*, biologiste nutritionniste au sein de la division de la nutrition militaire, des baisses de performance ont été démontrées chez les athlètes féminines carencées en fer. Pour rappel les résultats de l'étude *Igonin2022* doivent être analysés avec précaution car l'évaluation des phases du CM risque d'être biaisée.

Test de sprint	Résultats
<i>Julian2017</i>	$p > 0,05$ donc aucune modification significative
<i>Tounsi2018</i>	$p > 0,05$ donc aucune modification significative
<i>Dasa2021</i>	$p > 0,05$ donc aucune modification significative

Aucune de ces études ne montrent des différences statistiquement significatives lors de la réalisation des tests de sprints. De plus l'étude *Dasa2021* comparait les résultats des tests de PF et PL avec pour témoin des utilisatrices de contraceptifs hormonaux (HC) servant ainsi de contrôle. En comparant les athlètes ménorrhées avec les témoins utilisant HC, aucune différence n'a été retrouvée suggérant que le statut de HC ne modifie pas la performance de force et de puissance de ce groupe d'athlète.

Au vu des résultats des tests utilisant un GPS il semblerait que les performances à hautes intensités puissent être favorisées lors de la phase lutéale. Cependant les contraintes physiques subies par les joueuses s'adaptent en fonction de plusieurs facteurs contextuels [59], comme le lieu du match ou encore le classement de l'équipe adverse. Un niveau élevé de variation (Zone 3= 38,8%) entre les matchs rend difficile l'interprétation des résultats.

La capacité anaérobie reflète l'utilisation rapide des réserves de créatine phosphate et d'ATP dans les muscles (fibres de type II). Généralement, les articles existants sur ce sujet laissent entendre que soit le CM n'affecte pas la performance anaérobie [60], soit que la capacité anaérobie est plus élevée pendant la phase lutéale avec une puissance de pointe [61] [62]. L'étude [61] montre que la capacité anaérobie et la puissance maximale pendant un test de Wingate sont supérieurs dans la LP chez 32 femmes actives. *Middleton et Wenger* [62] ont constaté sur un vélo ergomètre une augmentation de la puissance produite lors de séances répétées. Il s'agit d'études qui ne présentent pas les mêmes critères d'inclusions, avec des femmes qui ne sont pas des athlètes mais la production d'énergie et la fonction métabolique pendant les exercices peuvent être équivalent.

En effet ces variations de performances lors du CM pourraient être dues à l'œstrogène et la progestérone qui modifient éventuellement les voies métaboliques et les sources d'énergie. Le rapport de concentration d'œstrogène et de progestérone (E/P) est le plus élevé dans la phase mi-lutéale, en sachant que les œstrogènes augmentent la disponibilité des acides gras libres et la capacité oxydative pendant l'exercice [63]. Néanmoins, la demande énergétique et l'état nutritionnel sont des variables confondantes, surtout dans le métabolisme des glucides. D'autres facteurs de confusion comme les douleurs menstruelles ou des sensations d'inconfort devraient être surveillés et pris en compte lors des exercices car ils peuvent eux aussi influencer la performance physique [13].

4.1.3.3 Exercices intenses répétés lors du CM

Yo-Yo test	Résultats
<i>Julian2017</i>	$p=0,07$ et MBI = peut être nocif, avec un meilleur résultat en PF qu'en PL
<i>Tounsi2018</i>	$p>0,05$ donc aucune modification significative

La principale constatation de l'étude *Julian2017* suggère qu'il y a un effet potentiellement néfaste de la phase lutéale sur la performance de ce test. Cet effet néfaste pourrait être du à la présence de syndrome prémenstruel (SPM). Il s'agit d'un trouble complexe caractérisé par un large éventail de symptômes mentaux, comportementaux et physiques qui s'aggravent environ six jours avant le début des règles. Une étude de l'impact des SPM sur les routines des athlètes participant aux sports olympiques d'été montrent que la présence de ces symptômes réduit l'entraînement et la performance compétitive, surtout pendant et avant la menstruation [64]. Les résultats de ces deux études n'étant pas assez significatifs, ils ne peuvent pas être pris en compte. Le Yo-Yo test évalue l'endurance aérobie maximale, or les hormones stéroïdes sexuelles pourraient affecter l'endurance aérobie mais les preuves à ce jour sont contradictoires comme l'indique ces résultats.

D'autres études suggèrent une amélioration de l'endurance lors de la phase lutéale, due à une augmentation du glycogène musculaire [65] [66]. L'étude [66] a testé sur 6 femmes ménorrhées un exercice jusqu'à épuisement (EE) aux phases mi-lutéale et mi-folliculaire, la durée de l'EE et la réplétion en glycogène après EE étaient significativement plus importantes. La consommation excessive d'oxygène après l'exercice (EPOC) et le taux métabolique au repos se sont avérés significativement plus importants lors de la PL et un taux d'échange respiratoire post-exercice plus faible également lors de la PL, suggérant une plus grande utilisation des graisses comme carburant [67].

En revanche, d'autres chercheurs n'ont constaté aucun changement dans les effets de la supplémentation en glucides lors des phases du CM sur la performance [68]. Cette étude [68] sur 8 femmes modérément actives affirme que « le flux de glucose est directement lié à l'intensité de l'exercice, que la phase du CM ne modifie pas le flux de glucose pendant le repos et l'exercice. Les effets subtils des hormones ovariennes endogènes sur la cinétique du glucose sont subordonnés aux effets beaucoup plus importants de l'exercice et de la nutrition glucidique ». En effet il est probable que l'état nutritionnel, les réserves de glycogène et un réapprovisionnement adéquat en glucides lors de l'effort participent autant voire plus à l'amélioration de la performance. La complexité de ces diverses interactions hormonales impose que les variations des stéroïdes sexuels soient analysées dans les études métaboliques recourant à des sujets féminins.

4.1.3.4 Force musculaire lors du CM

Presse à jambes	Résultats
<i>Dasa2021</i>	$p > 0,05$ donc aucune modification significative
Compression des ADD	
<i>Carmichael2021</i>	$p = 0,362$ et $p = 0,816$ donc aucune modification significative

Au vu des résultats de ces deux études il semble que la force musculaire globale des membres inférieurs et des adducteurs ne soient pas impactée par les phases du cycle menstruel. Dans l'étude de *Carmichael2021* les seuls résultats significatifs sont sur la qualité du sommeil ($p = 0,005$) et sur la fatigue ($p = 0,042$) qui sont de moins bonne qualité pendant la phase lutéale.

La force musculaire ne semble pas fluctuer de manière significative lors du cycle menstruel. Une étude a voulu confirmer cette théorie en utilisant une stimulation électrique pour confirmer l'activation neuronale et la contraction musculaire sur 3 phases du cycle menstruel [69]. Les auteurs n'ont constaté aucune modification significative dans la force musculaire du quadriceps, la fatigabilité ou les propriétés contractiles stimulées électriquement chez 19 femmes.

Après analyse des résultats de l'ensemble des tests, trois théories semblent se démarquées :

- Les performances à hautes intensités seraient favorisées lors de la phase lutéale dû à une potentielle modification des voies métaboliques et des sources d'énergie
- Un effet potentiellement néfaste de la phase folliculaire précoce (période des menstruations) sur la vitesse de déplacement des joueuses du notamment à la fatigue, aux douleurs, aux carences de fer
- Un effet potentiellement néfaste de la phase lutéale sur des exercices d'endurance aérobie dû à la présence des syndromes prémenstruels

Les phases du cycle menstruel semblent n'avoir aucun impact significatif sur les efforts de puissance explosive anaérobie des membres inférieurs et sur la force musculaire. Les effets du cycle menstruel sur les différents aspects de la performance varient probablement considérablement d'un sujet à l'autre, ce qui rend primordial de surveiller pour chaque femme sa propre réponse et collecter les données pour aider les athlètes qui se sentent affectés par une certaine phase du cycle.

4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique

Pour affirmer que cette revue peut s'appliquer en pratique clinique il faut une intensité d'association entre le cycle menstruel chez les femmes et la performance physique, dans la population globale. Etablir ce lien de causalité entre les phases du cycle menstruel et la performance n'est pas faisable avec les six études sélectionnées. En prenant en compte la validité interne des études, leurs limites ainsi que la présence de nombreux biais, on ne peut pas conclure avec certitude que le cycle menstruel est un facteur de risque.

Ces études font parties des rares études publiées à ce jour qui s'intéressent spécifiquement à notre population cible et avec comme mesure des tests de performance physique. En effet de nombreuses autres études traitent du même sujet mais évaluent la performance grâce à des questionnaires. Il s'agit d'études présentes en plus grand nombre et avec des tailles de populations plus importantes mais le but de cette revue de littérature est d'analyser les variations de la performance objectivement et non subjectivement.

Les échantillons des études sont trop petits, variant de 5 à 15 athlètes maximum, même si dans le milieu sportif de haut niveau cette taille d'échantillon est courante. Ce type de recherche demande du temps aux athlètes et l'exclusion des participantes utilisatrices de contraception hormonale diminue fortement la taille de l'échantillon. Les femmes avec un cycle irrégulier sont également exclues et tout cela corroboré à la petite taille de la population ne nous permettra pas de généraliser les données recueillies à l'ensemble de la population sportive féminine. De plus, dû à la complexité du cycle menstruel, à la nature diversifiée du football et aux complications logistiques, ces résultats sont complexes à déchiffrer. En effet pour évaluer avec certitude les phases du cycle menstruel il aurait fallu avant chaque match ou test réaliser des prises de sang et des tests urinaires. Cette stratégie invasive n'est pas réalisable d'un point de vue logistique et financier, par manque de soutien en sciences du sport mais aussi par la complexité d'intégrer cela dans la vie quotidienne des athlètes.

Les divergences des résultats pourraient résulter de la séparation uniquement en deux phases du CM avec le regroupement des phases folliculaires précoces (taux d'hormones faible) et tardives (moment de l'ovulation). Des différences physiologiques dues à des concentrations hormonales accrues ou diminuées peuvent alors être ignorées. Seule l'étude de *Carmichael* étudie les facteurs de confusion comme la douleur, la fatigue, la qualité du sommeil, qui ne semblent pas être dus aux variations hormonales mais plus aux symptômes provoqués par le cycle menstruel. Il est important de les surveiller et de les prendre en compte car ils sont liés à la performance et à la récupération [70].

La conception observationnelle des études incluses limite la mise en avant des facteurs de causalité des variations de la performance. Cette revue illustre les difficultés à réaliser de telles recherches ainsi que leur mise en œuvre potentielle dans la pratique quotidienne. D'un point de vue Masso-kinésithérapique, une prise en charge adaptée aux femmes nécessite que les athlètes et les coachs [71] soient informés sur le cycle menstruel, sa relation avec la performance et la grande différence qu'il existe entre les athlètes. Il est nécessaire de poursuivre ce type de recherche avec un plus grand nombre de sujets dans des essais prospectifs randomisés.

4.3 Qualité des preuves

La qualité des preuves scientifiques s'appuie sur différents grades de recommandations fournis par la Haute Autorité de Santé (HAS). Ces grades sont construits en fonction de la qualité méthodologique et le niveau de preuves scientifiques, facilitant ainsi la mise en place des recommandations de bonne pratique (RBP).

Selon la HAS, les recommandations proposées sont classées en grade :

- Grade **A** : Preuve scientifique établie par des études de **fort** niveau de preuve
- Grade **B** : Présomption scientifique par des études de niveau **moyen** de preuve
- Grade **C** : Preuve scientifique faible par des études de niveau **faible** de preuve

NIVEAU DE PREUVE	DESCRIPTION
A Preuve scientifique établie	<u>Niveau 1</u> : Essais comparatifs randomisés de forte puissance Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés Analyse de décision fondée sur des études bien menées
B Présomption scientifique	<u>Niveau 2</u> : Essais comparatifs randomisés de faible puissance Etudes comparatives non randomisées bien menées Etudes de cohortes
C Preuve scientifique faible	<u>Niveau 3</u> : Etudes cas-témoins <u>Niveau 4</u> : Etudes comparatives comportant des biais importants Etudes rétrospectives séries de cas Etudes épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale)

Tableau 17: Grade de recommandations de la HAS

Cette revue regroupe un étude cas-témoins de niveau 3 et des études transversales de niveau 4, ce qui correspond à un **grade C**.

4.4 Biais potentiels de la revue

La grille AMSTAR (Annexe 6) est un outil unidimensionnel qui permet d'évaluer la qualité méthodologique des revues systématiques. Cet outil se compose de 11 éléments et possède une bonne validité apparente et de contenu [72] pour mesurer la qualité de notre revue. Ces 11 éléments permettent comprendre l'objectif de la revue, la méthode de recherche, la méthode de sélection des études, les particularités des études incluses, l'évaluation de la qualité ainsi que le déroulement dans la synthèse des résultats.

Le système de cotation est défini par quatre réponses possibles aux items :

- 1 point est attribué si la réponse est « oui »
- 0 point si la réponse est « non », « ne pas répondre » ou « non applicable ».

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Score/11
Point	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8/11

ITEM 1 : Une conception « a priori » a été fournie puisque la question de recherche et les critères d'inclusions ont été établis avant la réalisation de la revue.

ITEM 2 : Cette revue a été réalisée par un seul auteur donc la sélection des études ainsi que l'extraction des données ont été faites par une seule personne.

ITEM 3 : Au moins deux sources électroniques ont été utilisées (trois sources dans cette revue) mais aucune recherche complémentaire dans des revues, des manuels ou de la littérature grise n'ont été réalisées.

ITEM 4 et 5 : Cette revue n'inclue que des épidémiologiques. Les différentes études exclues ont été indiquées (voir tableau 3).

ITEM 6 : Les caractéristiques des études incluses sont présentes dans le tableau 5.

ITEM 7 et 8 : La qualité des études a été évaluée grâce à la NOS et les différents biais retrouvés ont été pris en compte lors de l'interprétation des résultats.

ITEM 9 : Aucun test d'homogénéité ni de modèle d'effet aléatoire n'a été effectué dans le but de combiner les résultats.

ITEM 10 : Le biais de publication n'a pas pu être évalué car la revue comporte moins de dix articles (six).

ITEM 11 : Aucune source de conflits d'intérêts n'a été mentionnée par les auteurs des études incluses. Pour cette revue de littérature, aucun conflit d'intérêt n'est à signaler.

Le score total de 8/11 a été obtenu pour cette revue. Il s'agit donc d'une revue considérée comme de bonne qualité, même s'il faut rester critique vis-à-vis de ce résultat comme indiqué dans la discussion.

5 Conclusion

Au cours du cycle menstruel, il existe des variations attendues et évaluables des hormones sexuelles qui ont de nombreux effets sur les différents systèmes corporels. L'objectif de cette revue était d'établir s'il existait un lien entre les phases du cycle menstruel et la performance des athlètes féminines car 49,5% des femmes athlètes de haut niveau déclarent que le cycle menstruel est une variable qui pourrait affecter négativement leurs performances [6].

5.1 Implication pour la pratique clinique

Cette étude met en relation le cycle menstruel et la performance. Les résultats obtenus dans l'ensemble ne sont pas significatifs pour pouvoir formuler un tangible consensus à propos des programmes d'entraînements des athlètes en fonction du cycle. La volonté de généraliser les résultats actuels est restreinte par des complications méthodologiques importantes et l'existence d'une grande variabilité inter et intra-individuelle. De plus, la présence des cycles menstruels « anormaux » communément observés chez les athlètes féminines complique l'avancée de ce type de recherche ainsi que la prise en charge.

Néanmoins le domaine de la Masso-kinésithérapie doit intégrer dans sa prise en charge la composante hormonales des patientes, surtout dans la kinésithérapie du sport de haut niveau. La phase lutéale tardive entraîne chez certaines femmes un symptôme prémenstruel (SPM). Des résultats révèlent que la fréquence de ces symptômes prémenstruels est élevée (80-90%) [73] et près de la moitié des athlètes féminines du lycée et du collège signalent des effets négatifs des SPM sur la performance sportive [74] [75]. Même si objectivement dans cette étude le cycle menstruel ne semble pas influencer sur la performance, le ressenti des joueuses est très important à prendre en compte. C'est d'ailleurs pour cela qu'il y a eu une grande avancée dans le football féminin, avec Nike qui a dévoilé un short bleu adapté aux menstruations pour remplacer le bas blanc, permettant aux joueuses de ne plus craindre d'avoir des fuites menstruelles. Les scientifiques du sport et les autres praticiens peuvent mettre en place un suivi du cycle menstruel des athlètes qui pensent être affectées par leur cycle pour ensuite pouvoir, si nécessaire, modifier leurs programmes d'entraînements, de récupération ou de nutrition.

5.2 Implication pour la recherche

Cette revue s'ajoute au nombre grandissant mais encore insuffisant des recherches qui étudient le cycle féminin. Elle permet de mettre en avant les études portant sur les athlètes féminines et ainsi d'enrichir ce type de littérature.

En plus d'être limitées en nombre, les études qui évaluent le lien entre le CM et la performance à un niveau élevé sont souvent basées sur des tests en laboratoire ou évaluées subjectivement à l'aide de questionnaire. Ce manque de résultats significatifs sur l'effet du cycle menstruel impose aux athlètes de continuer à souffrir de ces effets et favorise la réalisation des études avec des sujets masculins pour ne pas s'encombrer de l'impact inconnu du cycle menstruel sur les résultats des performances. Cette étude marque la difficulté de ce type de recherche ainsi que le manque de recommandations fondées sur des preuves. Les recherches sur ce sujet doivent se poursuivre mais en utilisant des tailles de populations plus importantes, sur une plus longue durée et en utilisant des mesures identiques. Toutes ces informations permettraient d'étayer les résultats actuels et de soutenir la progression des athlètes féminines de haut niveau pour que le cycle menstruel ne soit plus perçu comme un obstacle à la performance.

6 Table des illustrations

Figure 1: Coupe frontale de l'appareil génital féminin	2
Figure 2: Schéma du cycle menstruel.....	3
Figure 3: Les différentes phases hormonales du cycle menstruel de 28 jours	4
Figure 4: Schéma de la production d'énergie lors d'un effort	6
Figure 5: Influence des œstrogènes sur la régulation de la glycémie	9
Figure 6: Graphique de Swiss olympic résumant les différentes hypothèses d'influence des menstruations sur l'entraînement	10
Figure 7: Schéma explicatif du test squat jump	11
Figure 8: Schéma explicatif du test countermovement jump	11
Figure 9: Schéma explicatif du five jump test	12
Figure 10: Représentation schématique des tests Yo-Yo IR1et Yo-Yo IR2 [49].....	12
Figure 11: Illustration du test RSSA.....	13
Figure 12: Résumé de la méthode de sélection des études.....	18
Figure 13: Diagramme de flux.....	21
Figure 14: Graphique représentant les mètres parcourus pendant le Yo-Yo IET lors des deux phases du cycle menstruel.....	30
Figure 15: Amplitudes des différences entre le matin et l'après-midi en % dans les variables de performance pendant les phases du cycle menstruel.	31
Figure 16: Coefficients de variation (%) à travers les phases du cycle menstruel lors des séances expérimentales du matin et de l'après-midi. Les valeurs sont des moyennes et écart-type.....	31
Figure 17: Graphique représentant les effets des phases du cycle menstruel sur les schémas de mouvement des joueuses de football.....	32
Figure 18: Valeurs moyennes tout au long du cycle menstruel avec des intervalles de confiance à 95%.....	34
Tableau 1: Récapitulatif des différents tests et de la performance évaluée	14
Tableau 2: Question de recherche conformément au modèle PICO	15
Tableau 3: Les différentes équations de recherche	18
Tableau 4: Liste des études exclues et motif d'exclusion	23
Tableau 5: Liste des études incluses	23
Tableau 6: Caractéristiques des participants et des études.....	25
Tableau 7: NOS étude transversale.....	26
Tableau 8: NOS étude cas-témoins	26
Tableau 9: Résultats des performances en match pour chaque catégorie physique	28
Tableau 10: Ecart-type entre les sujets et au sein du sujet exprimé en pourcentage dans chaque zone de vitesse	29
Tableau 11: Tableau représentatif de l'association entre les hormones et la performance physique.....	29
Tableau 12: Résultats des tests de performance pendant la phase folliculaire et la phase lutéale	29
Tableau 13: Résultats des différents tests en fonction du cycle menstruel et du moment de la journée	30
Tableau 14: Distance parcourue lors des matchs en fonction des phases du cycle menstruel	32
Tableau 15: Résultats de performance lors des phases folliculaire et lutéale.....	33
Tableau 16: Résultats des différents tests de performance physique au cours des 4 semaines.....	33
Tableau 17: Grade de recommandations de la HAS	41

7 Bibliographie

- [1] Meignié A, Duclos M, Carling C, Orhant E, Provost P, Toussaint JF, et al. The Effects of Menstrual Cycle Phase on Elite Athlete Performance: A Critical and Systematic Review. *Front Physiol* 2021;12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.654585>.
- [2] International Olympic Committee. Women in the Olympic Movement. *Olympic Stud Cent* 2021;1–6.
- [3] Costello JT, Bieuzen F, Bleakley CM. Where are all the female participants in Sports and Exercise Medicine research? *Eur J Sport Sci* 2014;14:847–51. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.911354>.
- [4] Lebrun CM. Effect of the Different Phases of the Menstrual Cycle and Oral Contraceptives on Athletic Performance. *Sport Med* 1993;16:400–30. <https://doi.org/10.2165/00007256-199316060-00005>.
- [5] Ekenros L, von Rosen P, Solli GS, Sandbakk Ø, Holmberg H-C, Hirschberg AL, et al. Perceived impact of the menstrual cycle and hormonal contraceptives on physical exercise and performance in 1,086 athletes from 57 sports. *Front Physiol* 2022;13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.954760>.
- [6] KISHALI NF, İMAMOĞLU O, KATKAT D, ATAN T, AKYOL P. EFFECTS OF MENSTRUAL CYCLE ON SPORTS PERFORMANCE. *Int J Neurosci* 2006;116:1549–63. <https://doi.org/10.1080/00207450600675217>.
- [7] Carmichael MA, Thomson RL, Moran LJ, Wycherley TP. The Impact of Menstrual Cycle Phase on Athletes' Performance: A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:1667. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041667>.
- [8] Chumduri C, Turco MY. Organoids of the female reproductive tract. *J Mol Med* 2021;99:531–53. <https://doi.org/10.1007/s00109-020-02028-0>.
- [9] Noyes RW, Hertig AT, Rock J. Dating the endometrial biopsy. *Am J Obstet Gynecol* 1975;122:262–3. [https://doi.org/10.1016/S0002-9378\(16\)33500-1](https://doi.org/10.1016/S0002-9378(16)33500-1).
- [10] Rael B, Alfaro-Magallanes V, Romero-Parra N, Castro E, Cupeiro R, Janse de Jonge X, et al. Menstrual Cycle Phases Influence on Cardiorespiratory Response to Exercise in Endurance-Trained Females. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:860. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030860>.
- [11] Davis HC, Hackney AC. The Hypothalamic–Pituitary–Ovarian Axis and Oral Contraceptives: Regulation and Function. *Sex Horm. Exerc. Women*, Cham: Springer International Publishing; 2017, p. 1–17. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44558-8_1.
- [12] Reed BG, Carr BR. *The Normal Menstrual Cycle and the Control of Ovulation*. 2000.
- [13] Janse DE Jonge X, Thompson B, Han A. Methodological Recommendations for Menstrual Cycle Research in Sports and Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2019;51:2610–7. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002073>.
- [14] Archunan G, Saibaba G, Alagendran S, Muthukumar S, Rajkumar R, Guzman R. Characterization of salivary protein during ovulatory phase of menstrual cycle through MALDI-TOF/MS. *Indian J Dent Res* 2013;24:157. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.116669>.
- [15] Bartoszewicz ZP, Kondracka A. [Saliva as an alternative diagnostic material in determination of hormone--advantages and limitations]. *Wiad Lek* 2011;64:113–7.

- [16] Janse DE Jonge X, Thompson B, Han A. Methodological Recommendations for Menstrual Cycle Research in Sports and Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2019;51:2610–7. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002073>.
- [17] Kellmann M, Bertollo M, Bosquet L, Brink M, Coutts AJ, Duffield R, et al. Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement. *Int J Sports Physiol Perform* 2018;13:240–5. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2017-0759>.
- [18] Banfi G, Colombini A, Lombardi G, Lubkowska A. Metabolic markers in sports medicine. *Adv Clin Chem* 2012;56:1–54. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-394317-0.00015-7>.
- [19] Faude O, Kindermann W, Meyer T. Lactate threshold concepts: how valid are they? *Sports Med* 2009;39:469–90. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939060-00003>.
- [20] Eichner ER. Body temperature and performance. *Curr Sports Med Rep* 2010;9:68–9. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3181d40804>.
- [21] O'Toole ML. Gender differences in the cardiovascular response to exercise. *Cardiovasc Clin* 1989;19:17–33.
- [22] Huxley VH. Sex and the cardiovascular system: the intriguing tale of how women and men regulate cardiovascular function differently. *Adv Physiol Educ* 2007;31:17–22. <https://doi.org/10.1152/advan.00099.2006>.
- [23] Wheatley CM, Snyder EM, Johnson BD, Olson TP. Sex differences in cardiovascular function during submaximal exercise in humans. *Springerplus* 2014;3:445. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-445>.
- [24] Torres-Tamayo N, García-Martínez D, Lois Zloliniski S, Torres-Sánchez I, García-Río F, Bastir M. 3D analysis of sexual dimorphism in size, shape and breathing kinematics of human lungs. *J Anat* 2018;232:227–37. <https://doi.org/10.1111/joa.12743>.
- [25] Guenette JA, Witt JD, McKenzie DC, Road JD, Sheel AW. Respiratory mechanics during exercise in endurance-trained men and women. *J Physiol* 2007;581:1309–22. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2006.126466>.
- [26] Merrigan JJ, White JB, Hu YE, Stone JD, Oliver JM, Jones MT. Differences in elbow extensor muscle characteristics between resistance-trained men and women. *Eur J Appl Physiol* 2018;118:2359–66. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3962-4>.
- [27] Herda TJ, Trevino MA, Sterczala AJ, Miller JD, Wray ME, Dimmick HL, et al. Muscular strength and power are correlated with motor unit action potential amplitudes, but not myosin heavy chain isoforms in sedentary males and females. *J Biomech* 2019;86:251–5. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.01.050>.
- [28] Alswat KA. Gender Disparities in Osteoporosis. *J Clin Med Res* 2017;9:382–7. <https://doi.org/10.14740/jocmr2970w>.
- [29] Thibault V, Guillaume M, Berthelot G, Helou N El, Schaal K, Quinquis L, et al. Women and Men in Sport Performance: The Gender Gap has not Evolved since 1983. *J Sports Sci Med* 2010;9:214–23.
- [30] Lepers R. Analysis of Hawaii ironman performances in elite triathletes from 1981 to 2007. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:1828–34. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817e91a4>.

- [31] Knechtle B, Dalamitros AA, Barbosa TM, Sousa CV, Rosemann T, Nikolaidis PT. Sex Differences in Swimming Disciplines—Can Women Outperform Men in Swimming? *Int J Environ Res Public Health* 2020;17. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103651>.
- [32] Smith MJ, Adams LF, Schmidt PJ, Rubinow DR, Wassermann EM. Effects of ovarian hormones on human cortical excitability. *Ann Neurol* 2002;51:599–603. <https://doi.org/10.1002/ana.10180>.
- [33] Baltgalvis KA, Greising SM, Warren GL, Lowe DA. Estrogen regulates estrogen receptors and antioxidant gene expression in mouse skeletal muscle. *PLoS One* 2010;5:e10164. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010164>.
- [34] Campbell SE, Febbraio MA. Effects of ovarian hormones on exercise metabolism. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2001;4:515–20. <https://doi.org/10.1097/00075197-200111000-00009>.
- [35] Campbell SE, Angus DJ, Febbraio MA. Glucose kinetics and exercise performance during phases of the menstrual cycle: effect of glucose ingestion. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2001;281:E817–25. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.2001.281.4.E817>.
- [36] Bambaiechi E, Reilly T, Cable NT, Giacomoni M. The isolated and combined effects of menstrual cycle phase and time-of-day on muscle strength of eumenorrhic females. *Chronobiol Int* 2004;21:645–60. <https://doi.org/10.1081/cbi-120039206>.
- [37] Vaiksaar S, Jürimäe J, Mäestu J, Purge P, Kalytka S, Shakhlina L, et al. No effect of menstrual cycle phase and oral contraceptive use on endurance performance in rowers. *J Strength Cond Res* 2011;25:1571–8. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181df7fd2>.
- [38] Crewther BT, Cook C, Cardinale M, Weatherby RP, Lowe T. Two emerging concepts for elite athletes: the short-term effects of testosterone and cortisol on the neuromuscular system and the dose-response training role of these endogenous hormones. *Sports Med* 2011;41:103–23. <https://doi.org/10.2165/11539170-000000000-00000>.
- [39] Huang G, Bhasin S, Pencina K, Cheng M, Jasuja R. Circulating dihydrotestosterone, testosterone, and free testosterone levels and dihydrotestosterone-to-testosterone ratios in healthy women across the menstrual cycle. *Fertil Steril* 2022;118:1150–8. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2022.09.011>.
- [40] Yim J, Petrofsky J, Lee H. Correlation between Mechanical Properties of the Ankle Muscles and Postural Sway during the Menstrual Cycle. *Tohoku J Exp Med* 2018;244:201–7. <https://doi.org/10.1620/tjem.244.201>.
- [41] Simić N, Ravlić A. Changes in basal body temperature and simple reaction times during the menstrual cycle. *Arh Hig Rada Toksikol* 2013;64:99–106. <https://doi.org/10.2478/10004-1254-64-2013-2167>.
- [42] Constantini NW, Dubnov G, Lebrun CM. The menstrual cycle and sport performance. *Clin Sports Med* 2005;24:e51-82, xiii–xiv. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.01.003>.
- [43] Bruinvels G, Goldsmith E, Blagrove R, Simpkin A, Lewis N, Morton K, et al. Prevalence and frequency of menstrual cycle symptoms are associated with availability to train and compete: a study of 6812 exercising women recruited using the Strava exercise app. *Br J Sports Med* 2021;55:438–43. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102792>.

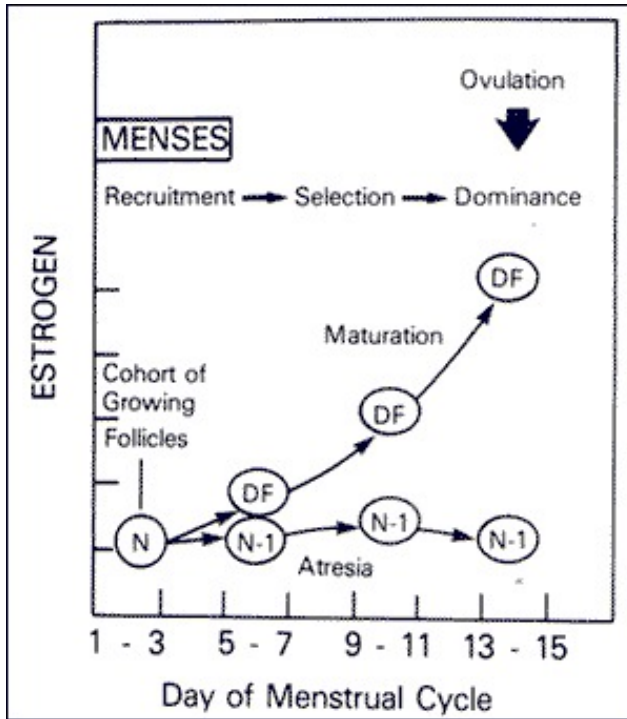
- [44] Hara M, Shibayama A, Takeshita D, Hay DC, Fukashiro S. A comparison of the mechanical effect of arm swing and countermovement on the lower extremities in vertical jumping. *Hum Mov Sci* 2008;27:636–48. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2008.04.001>.
- [45] Markovic G, Dizdar D, Jukic I, Cardinale M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *J Strength Cond Res* 2004;18:551–5. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2).
- [46] Van Hooren B, Zolotarjova J. The Difference Between Countermovement and Squat Jump Performances: A Review of Underlying Mechanisms With Practical Applications. *J Strength Cond Res* 2017;31:2011–20. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001913>.
- [47] Ben Ayed K, Ben Saad H, Ali Hammami M, Latiri I. Relationships of the 5-Jump Test (5JT) Performance of Youth Players With Volleyball Specific Laboratory Tests for Explosive Power. *Am J Mens Health* 2020;14:1557988320977686. <https://doi.org/10.1177/1557988320977686>.
- [48] Chamari K, Chaouachi A, Hambli M, Kaouech F, Wisløff U, Castagna C. The five-jump test for distance as a field test to assess lower limb explosive power in soccer players. *J Strength Cond Res* 2008;22:944–50. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a57c6>.
- [49] Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test. *Sport Med* 2008;38:37–51. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00004>.
- [50] KRUSTRUP P, MOHR M, AMSTRUP T, RYSGAARD T, JOHANSEN J, STEENBERG A, et al. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological Response, Reliability, and Validity. *Med Sci Sport Exerc* 2003;35:697–705. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000058441.94520.32>.
- [51] Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, Bishop D, Ferrari Bravo D, Tibaudi A, et al. Validity of a repeated-sprint test for football. *Int J Sports Med* 2008;29:899–905. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1038491>.
- [52] Frérot M, Lefebvre A, Aho S, Callier P, Astruc K, Aho Glélé LS. What is epidemiology? Changing definitions of epidemiology 1978-2017. *PLoS One* 2018;13:e0208442. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208442>.
- [53] Hayden GF, Kramer MS, Horwitz RI. The case-control study. A practical review for the clinician. *JAMA* 1982;247:326–31.
- [54] Elliott-Sale KJ, McNulty KL, Ansdell P, Goodall S, Hicks KM, Thomas K, et al. The Effects of Oral Contraceptives on Exercise Performance in Women: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med* 2020;50:1785–812. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01317-5>.
- [55] Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. *Eur J Epidemiol* 2010;25:603–5. <https://doi.org/10.1007/s10654-010-9491-z>.
- [56] Batterham AM, Hopkins WG. Making Meaningful Inferences About Magnitudes. *Int J Sports Physiol Perform* 2006;1:50–7. <https://doi.org/10.1123/ijspp.1.1.50>.
- [57] GIACOMONI M, BERNARD T, GAVARRY O, ALTARE S, FALGAIRETTE G. Influence of the menstrual cycle phase and menstrual symptoms on maximal anaerobic performance. *Med Sci Sport Exerc* 2000;32:486. <https://doi.org/10.1097/00005768-200002000-00034>.

- [58] García-Pinillos F, Bujalance-Moreno P, Lago-Fuentes C, Ruiz-Alias SA, Domínguez-Azpíroz I, Mecías-Calvo M, et al. Effects of the Menstrual Cycle on Jumping, Sprinting and Force-Velocity Profiling in Resistance-Trained Women: A Preliminary Study. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:4830. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094830>.
- [59] Barrett S, McLaren S, Spears I, Ward P, Weston M. The Influence of Playing Position and Contextual Factors on Soccer Players' Match Differential Ratings of Perceived Exertion: A Preliminary Investigation. *Sports* 2018;6:13. <https://doi.org/10.3390/sports6010013>.
- [60] Miskec CM, Potteiger JA, Nau KL, Zebas CJ. Do Varying Environmental and Menstrual Cycle Conditions Affect Anaerobic Power Output in Female Athletes? *J Strength Cond Res* 1997;11:219. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(1997\)011<0219:DVEAMC>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1997)011<0219:DVEAMC>2.3.CO;2).
- [61] MASTERSON, GERALD. The Impact of Menstrual Phases on Anaerobic Power Performance in Collegiate Women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 13(4):p 325-329, November 1999
- [62] Middleton LE, Wenger HA. Effects of menstrual phase on performance and recovery in intense intermittent activity. *Eur J Appl Physiol* 2006;96:53–8. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-0073-9>.
- [63] Oosthuysen T, Bosch AN. The Effect of the Menstrual Cycle on Exercise Metabolism. *Sport Med* 2010;40:207–27. <https://doi.org/10.2165/11317090-000000000-00000>.
- [64] Prado RCR, Willett HN, Takito MY, Hackney AC. Impact of Premenstrual Syndrome Symptoms on Sport Routines in Nonelite Athlete Participants of Summer Olympic Sports. *Int J Sports Physiol Perform* 2022;1–6. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0218>.
- [65] Hackney AC, Muoio D, Meyer WR. The Effect of Sex Steroid Hormones on Substrate Oxidation during Prolonged Submaximal Exercise in Women. *Jpn J Physiol* 2000;50:489–94. <https://doi.org/10.2170/jjphysiol.50.489>.
- [66] Nicklas B, Hackney A, Sharp R. The Menstrual Cycle and Exercise: Performance, Muscle Glycogen, and Substrate Responses. *Int J Sports Med* 1989;10:264–9. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1024913>.
- [67] Matsuo T, Saitoh S, Suzuki M. Effects of the menstrual cycle on excess postexercise oxygen consumption in healthy young women. *Metabolism* 1999;48:275–7. [https://doi.org/10.1016/S0026-0495\(99\)90071-9](https://doi.org/10.1016/S0026-0495(99)90071-9).
- [68] Suh S-H, Casazza GA, Horning MA, Miller BF, Brooks GA. Luteal and follicular glucose fluxes during rest and exercise in 3-h postabsorptive women. *J Appl Physiol* 2002;93:42–50. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01080.2001>.
- [69] Jonge XAKJ, Boot CRL, Thom JM, Ruell PA, Thompson MW. The influence of menstrual cycle phase on skeletal muscle contractile characteristics in humans. *J Physiol* 2001;530:161–6. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.0161m.x>.
- [70] Chandrasekaran B, Fernandes S, Davis F. Science of sleep and sports performance – a scoping review. *Sci Sports* 2020;35:3–11. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2019.03.006>.
- [71] Heyward O, Nicholson B, Emmonds S, Roe G, Jones B. Physical Preparation in Female Rugby Codes: An Investigation of Current Practices. *Front Sport Act Living* 2020;2. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.584194>.

- [72] Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, Boers M, Andersson N, Hamel C, et al. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Med Res Methodol* 2007;7:10. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-7-10>
- [73] Angst J, Sellaro R, Merikangas KR, Endicott J. The epidemiology of perimenstrual psychological symptoms. *Acta Psychiatr Scand* 2001;104:110–6. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0447.2001.00412.x>.
- [74] Takeda T, Imoto Y, Nagasawa H, Muroya M, Shiina M. Premenstrual Syndrome and Premenstrual Dysphoric Disorder in Japanese Collegiate Athletes. *J Pediatr Adolesc Gynecol* 2015;28:215–8. <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2014.07.006>.
- [75] Takeda T, Imoto Y, Nagasawa H, Takeshita A, Shiina M. Stress fracture and premenstrual syndrome in Japanese adolescent athletes: a cross-sectional study. *BMJ Open* 2016;6:e013103. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-013103>.

8 Annexes

Annexe 1 : Évolution du temps pour le recrutement, la sélection et l'ovulation du follicule ovarien dominant (DF) avec début de l'atrésie parmi les autres follicules de la cohorte



Annexe 2 : Echelle NEWCASTLE-OTTAWA étude cas/témoins

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE CASE CONTROL STUDIES

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Exposure categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

Selection

- 1) Is the case definition adequate?
 - a) yes, with independent validation *
 - b) yes, eg record linkage or based on self reports
 - c) no description
- 2) Representativeness of the cases
 - a) consecutive or obviously representative series of cases *
 - b) potential for selection biases or not stated
- 3) Selection of Controls
 - a) community controls *
 - b) hospital controls
 - c) no description
- 4) Definition of Controls
 - a) no history of disease (endpoint) *
 - b) no description of source

Comparability

- 1) Comparability of cases and controls on the basis of the design or analysis
 - a) study controls for _____ (Select the most important factor.) *
 - b) study controls for any additional factor * (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

Exposure

- 1) Ascertainment of exposure
 - a) secure record (eg surgical records) *
 - b) structured interview where blind to case/control status *
 - c) interview not blinded to case/control status
 - d) written self report or medical record only
 - e) no description
- 2) Same method of ascertainment for cases and controls
 - a) yes *
 - b) no
- 3) Non-Response rate
 - a) same rate for both groups *
 - b) non respondents described
 - c) rate different and no designation

Annexe 3 : Echelle NEWCASTLE-OTTAWA étude de cohorte

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE COHORT STUDIES

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability

Selection

- 1) Representativeness of the exposed cohort
 - a) truly representative of the average _____ (describe) in the community *
 - b) somewhat representative of the average _____ in the community *
 - c) selected group of users eg nurses, volunteers
 - d) no description of the derivation of the cohort
- 2) Selection of the non exposed cohort
 - a) drawn from the same community as the exposed cohort *
 - b) drawn from a different source
 - c) no description of the derivation of the non exposed cohort
- 3) Ascertainment of exposure
 - a) secure record (eg surgical records) *
 - b) structured interview *
 - c) written self report
 - d) no description
- 4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
 - a) yes *
 - b) no

Comparability

- 1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis
 - a) study controls for _____ (select the most important factor) *
 - b) study controls for any additional factor * (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

Outcome

- 1) Assessment of outcome
 - a) independent blind assessment *
 - b) record linkage *
 - c) self report
 - d) no description
- 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
 - a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) *
 - b) no
- 3) Adequacy of follow up of cohorts
 - a) complete follow up - all subjects accounted for *
 - b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost - > ____ % (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) *
 - c) follow up rate < ____% (select an adequate %) and no description of those lost
 - d) no statement

Annexe 4 : Echelle NEWCASTLE-OTTAWA étude transversale

Newcastle-Ottawa Scale adapted for cross-sectional studies

Selection:

1. Representativeness of the sample:
 - a. Truly representative of the average in the target population. * (all subjects or random sampling)
 - b. Somewhat representative of the average in the target group. * (non-random sampling)
 - c. Selected group of users/convenience sample.
 - d. No description of the derivation of the included subjects.
2. Sample size:
 - a. Justified and satisfactory (including sample size calculation). *
 - b. Not justified.
 - c. No information provided
3. Non-respondents:
 - a. Proportion of target sample recruited attains pre-specified target or basic summary of non-respondent characteristics in sampling frame recorded. *
 - b. Unsatisfactory recruitment rate, no summary data on non-respondents.
 - c. No information provided
4. Ascertainment of the exposure (risk factor):
 - a. Vaccine records/vaccine registry/clinic registers/hospital records only. **
 - b. Parental or personal recall and vaccine/hospital records. *
 - c. Parental/personal recall only.

Comparability: (Maximum 2 stars)

1. Comparability of subjects in different outcome groups on the basis of design or analysis. Confounding factors controlled.
 - a. Data/ results adjusted for relevant predictors/risk factors/confounders e.g. age, sex, time since vaccination, etc. **
 - b. Data/results not adjusted for all relevant confounders/risk factors/information not provided.

Outcome:

1. Assessment of outcome:
 - a. Independent blind assessment using objective validated laboratory methods. **
 - b. Unblinded assessment using objective validated laboratory methods. **
 - c. Used non-standard or non-validated laboratory methods with gold standard. *
 - d. No description/non-standard laboratory methods used.
2. Statistical test:
 - a. Statistical test used to analyse the data clearly described, appropriate and measures of association presented including confidence intervals and probability level (p value). *
 - b. Statistical test not appropriate, not described or incomplete.

Cross-sectional Studies:

Very Good Studies: 9-10 points

Good Studies: 7-8 points

Satisfactory Studies: 5-6 points

Unsatisfactory Studies: 0 to 4 points

This scale has been adapted from the Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale for cohort studies to provide quality assessment of cross sectional studies¹.

Annexe 5 : Tableau des différentes valeurs du coefficient de corrélation de Pearson

Strength of Association	Coefficient, r	
	Positive	Negative
Small	.1 to .3	-0.1 to -0.3
Medium	.3 to .5	-0.3 to -0.5
Large	.5 to 1.0	-0.5 to 1.0

Annexe 6 : Echelle AMSTAR



R – AMSTAR* – ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES REVUES SYSTEMATIQUES

*AMSTAR révisé

AMSTAR : a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews

Comment fonctionne la liste de contrôle R-AMSTAR?

La liste comporte, dans la colonne gauche, 11 questions sur la qualité de la revue. En fonction des critères présentés dans la colonne droite, attribuer à chaque question un score de 1 à 4. La somme des scores constitue le score de qualité global de la revue systématique.

Éléments AMSTAR

1. Un plan de recherche établi a priori est-il fourni?

La question de recherche et les critères d'inclusion des études doivent être déterminés avant le début de la revue.

Critères

- A. Publication et (ou) inscription du protocole d'étude à l'avance
- B. Description des critères d'inclusion
- C. Question de recherche bien ciblée (critères PICO)

Conditions d'attribution du score

3 critères → 4, 2 → 3, 1 → 2, 0 → 1

Explication A. :

Il doit être dit explicitement que le protocole a été publié ou inscrit, par exemple dans PROSPERO, registre de revues systématiques prospectif et multinational accessible en ligne.
C. La question renferme les critères PICO, soit Population, Intervention (ou exposition), Comparateur (ou témoins) et Résultats (Outcomes).

Score :

Commentaire :

Traduction en français : Institut national d'excellence en santé et en services sociaux www.inesss.qc.ca

Institut national
d'excellence en santé
et en services sociaux
Québec

2. La sélection des études et l'extraction des données ont-ils été confiés à au moins deux personnes?

Au moins deux personnes doivent procéder à l'extraction des données de façon indépendante, et une méthode de consensus doit avoir été mise en place pour le règlement des différends.

<p><i>Critères</i></p> <p>A. Données extraites par au moins deux personnes, de façon indépendante (déclaration explicite ou implicite)</p> <p>B. Énoncé sur le processus de consensus pour le règlement des différends</p> <p>C. Résolution des désaccords entre les personnes ayant extrait les données conformément à la méthode établie (déclaration explicite ou implicite)</p> <p><i>Conditions d'attribution du score</i> 3 critères → 4, 2 → 3, 1 → 2, 0 → 1</p>	<p>Score :</p> <p>Commentaire :</p>
---	-------------------------------------

3. La recherche documentaire était-elle exhaustive?

Au moins deux sources électroniques doivent avoir été utilisées. Le rapport doit comprendre l'horizon temporel de la recherche et les bases de données interrogées (Central, EMBASE et MEDLINE, par exemple). Les mots clés et (ou) les termes MeSH doivent être indiqués et, si possible, la stratégie de recherche complète doit être exposée. Toutes les recherches doivent être complétées par la consultation des tables des matières de revues scientifiques récentes, de revues de la littérature, de manuels, de registres spécialisés ou d'experts dans le domaine étudié et par l'examen des références fournies dans les études répertoriées.

<p><i>Critères</i></p> <p>A. Au moins deux sources électroniques ont été utilisées.</p> <p>B. L'horizon temporel et les bases de données interrogées sont indiqués.</p> <p>C. Les mots clés et (ou) les termes MeSH sont indiqués et, si possible, la stratégie de recherche est exposée.</p> <p>D. Toutes les recherches sont complétées par la consultation des tables des matières de revues scientifiques récentes, de revues de la littérature, de manuels ainsi que de registres et par l'examen des références fournies dans les études répertoriées.</p> <p>E. Une recherche manuelle a été effectuée dans les revues.</p> <p><i>Conditions d'attribution du score</i> 4 ou 5 critères → 4, 3 → 3, 2 → 2, 1 ou 0 → 1</p> <p><i>Explication E. :</i> La recherche manuelle consiste à repérer les revues très pertinentes et à faire une recherche à la main, page par page, de leur contenu afin de relever d'éventuelles études admissibles.</p>	<p>Score :</p> <p>Commentaire :</p>
--	-------------------------------------

4. La nature de la publication (littérature grise, par exemple) était-elle un critère d'inclusion?

Les auteurs doivent indiquer s'ils ont recherché tous les rapports, quel que soit le type de publication, ou s'ils ont exclu des rapports (de leur revue systématique) sur la base du type de publication, de la langue, etc.

<p><i>Critères</i></p> <p>A. Les auteurs indiquent qu'ils ont recherché tous les rapports, quel que soit le type de publication.</p> <p>B. Les auteurs indiquent s'ils ont exclu des rapports sur la base du type de publication, de la langue, etc.</p> <p>C. « Les articles rédigés dans une langue autre que l'anglais ont été traduits » ou les lecteurs maîtrisaient assez bien la langue du rapport.</p> <p>D. Aucune restriction fondée sur la langue ou prise en compte des articles rédigés dans une langue autre que l'anglais</p> <p><i>Conditions d'attribution du score</i> 3 ou 4 critères → 4, 2 → 3, 1 → 2, 0 → 1</p>	<p>Score :</p> <p>Commentaire :</p>
---	-------------------------------------

5. Une liste des études (incluses et exclues) est-elle fournie?

Une liste des études incluses et exclues doit être fournie.

<p><i>Critères</i></p> <p>A. Les études incluses doivent être réunies dans un tableau, une liste ou une figure; une simple liste de références ne suffit pas.</p> <p>B. Les études exclues doivent être réunies dans un tableau, une liste ou une figure qui sera intégré à l'article ou à un supplément.</p> <p>C. Les raisons de l'exclusion des études sérieusement prises en considération doivent être exposées de manière suffisamment claire.</p> <p>D. Le lecteur peut retracer aisément les études incluses et exclues dans la bibliographie, les références ou le supplément de l'article.</p> <p><i>Conditions d'attribution du score</i> 4 critères → 4, 3 → 3, 2 → 2, 1 → 1</p> <p><i>Explication :</i> Les études exclues sont celles qui, après avoir été sérieusement prises en considération sur la foi du titre et (ou) du résumé, ont été rejetées après lecture du corps du texte.</p>	<p>Score :</p> <p>Commentaire :</p>
--	-------------------------------------

6. Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées?

Les données portant sur les sujets qui ont participé aux études originales, les interventions qu'ils ont reçues et les résultats doivent être regroupées, sous forme de tableau, par exemple. L'étendue des données sur les caractéristiques des sujets de toutes les études analysées (âge, race, sexe, données socio-économiques pertinentes, nature, durée et gravité de la maladie, autres maladies, par exemple) doit y figurer.

<p><i>Critères</i></p> <p>A. Les données portant sur les sujets qui ont participé aux études originales, les interventions qu'ils ont reçues et les résultats sont regroupées, sous forme de tableau, par exemple.</p> <p>B. Les auteurs précisent l'étendue des données sur les caractéristiques pertinentes des sujets des études analysées.</p> <p>C. L'information fournie semble complète et exacte.</p> <p><i>Conditions d'attribution du score</i> 3 critères → 4, 2 → 3, 1 → 2, 0 → 1</p>	<p>Score :</p> <p>Commentaire :</p>
---	-------------------------------------

7. La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée?

Les méthodes d'évaluation déterminées a priori doivent être indiquées (par exemple, pour les études sur l'efficacité pratique, le choix de n'inclure que les essais cliniques randomisés à double insu avec placebo ou de n'inclure que les études où l'affectation des sujets aux groupes d'étude était dissimulée); pour d'autres types d'études, d'autres critères d'évaluation seront à prendre en considération.

<p><i>Critères</i></p> <p>A. Les méthodes a priori sont indiquées.</p> <p>B. La qualité scientifique des études incluses semble valable.</p> <p>C. Le niveau de preuve est exposé, dûment reconnu ou pris en considération.</p> <p>D. La qualité des preuves est évaluée ou classée en fonction d'outils d'évaluation de la preuve.</p> <p><i>Conditions d'attribution du score</i> 4 critères → 4, 3 → 3, 2 → 2, 1 ou 0 → 1</p> <p><i>Explications D. :</i> Un outil d'évaluation de la preuve est un instrument qui sert à établir le niveau de preuve. Ex. : l'outil GRADE (<i>Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation</i>).</p>	<p>Score :</p> <p>Commentaire :</p>
--	-------------------------------------

8. La qualité scientifique des études incluses dans la revue a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions?

Les résultats de l'évaluation de la rigueur méthodologique et de la qualité scientifique des études incluses doivent être pris en considération dans l'analyse et les conclusions de la revue, et formulés explicitement dans les recommandations.

Critères

- A. Les auteurs ont tenu compte de la qualité scientifique dans l'analyse et les conclusions de la revue.
- B. La qualité scientifique est formulée **explicitement** dans les recommandations.
- C. Les conclusions sont orientées vers la production de guides de pratique.
- D. L'énoncé de consensus clinique laisse entrevoir la révision ou la confirmation des recommandations de pratique.

Conditions d'attribution du score

4 critères → 4, 3 → 3, 2 → 2, 1 ou 0 → 1

Score :

Commentaire :

9. Les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées?

Si l'on veut regrouper les résultats des études, il faut effectuer un test d'homogénéité afin de s'assurer qu'elles sont combinables (chi carré ou I^2 , par exemple). S'il y a hétérogénéité, il faut utiliser un modèle d'effets aléatoires et (ou) vérifier si la nature des données cliniques justifie la combinaison (la combinaison est-elle raisonnable?).

Critères

- A. Les auteurs exposent les critères à partir desquels ils ont déterminé que les études analysées étaient assez semblables pour être combinées.
- B. Dans le cas des résultats regroupés, les auteurs ont fait un test d'homogénéité pour s'assurer que les études étaient combinables.
- C. Les auteurs ont pris acte du caractère hétérogène (ou non) des études.
- D. S'il y a hétérogénéité, les auteurs ont utilisé un modèle d'effets aléatoires et (ou) vérifié si la nature des données justifiait la combinaison.
- E. S'il y a homogénéité, les auteurs exposent la justification ou le test statistique.

Conditions d'attribution du score

4 ou 5 critères → 4, 3 → 3, 2 → 2, 1 ou 0 → 1

Score :

Commentaire :

10. La probabilité d'un biais de publication a-t-elle été évaluée?

Une évaluation du biais de publication doit comprendre une association d'outils graphiques (diagramme de dispersion des études ou autre test) et (ou) des tests statistiques (test de régression d' Egger, par exemple).

<p><i>Critères</i></p> <p>A. Prise en compte du biais de publication ou de l'effet tiroir</p> <p>B. Outils graphiques (diagramme de dispersion des études, par exemple)</p> <p>C. Tests statistiques (test de régression d' Egger, par exemple)</p> <p><i>Conditions d'attribution du score</i></p> <p>3 critères→4, 2→3, 1→2, 0→1</p>	<p>Score :</p> <p>Commentaire :</p>
--	-------------------------------------

11. Les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés?

Les sources possibles de soutien doivent être déclarées, tant pour la revue systématique que pour les études qui y sont incluses.

<p><i>Critères</i></p> <p>A. Présentation des sources de soutien</p> <p>B. Absence de conflit d'intérêts – On est ici dans la subjectivité; peut-être faudra-t-il y aller par déduction ou fouiller quelque peu.</p> <p>C. Prise en compte ou énoncé des sources de soutien ou des conflits d'intérêts dans les principales études incluses</p> <p><i>Conditions d'attribution du score</i></p> <p>3 critères→4, 2→3, 1→2, 0→1</p>	<p>Score :</p> <p>Commentaire :</p>
---	-------------------------------------

Score de qualité maximal : 44	Score de qualité :
--------------------------------------	--------------------

PEROSH OSH Evidence Methods (Partnership for European Research in Occupational Safety and Health)

©Kung *et al.* From Systematic Reviews to Clinical Recommendations for Evidence-Based Health Care: Validation of Revised Assessment of Multiple Systematic Reviews (R-AMSTAR) for Grading of Clinical Relevance. The Open Dentistry Journal, 2010, 4: 84-91.

L'IMPACT DU CYCLE MENSTRUEL SUR LA PERFORMANCE DE LA FEMME SPORTIVE

Introduction : Chez les athlètes de haut niveau, les séances d'entraînement doivent être adaptées afin d'optimiser les performances en compétition. Certaines études ont mis en évidence l'impact des variations hormonales sur la performance des athlètes féminines. À l'heure actuelle, les données sont contradictoires, sans consensus ni certitude si la performance peut être affectée par la phase du cycle menstruel. Il est nécessaire d'évaluer les preuves systématiques identifiant les différents impacts potentiels du cycle menstruel chez les athlètes féminines.

Objectif : L'objectif principal de cette revue est de résumer les données scientifiques actuelles concernant l'influence potentielle du cycle menstruel sur la performance des athlètes féminines. Une synthèse des études pertinentes évaluant la performance grâce à des tests physiques pendant le cycle menstruel sera réalisée.

Méthodologie : Cette étude a suivi les directives PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Trois grandes bases de données de publications scientifiques ont été consultées (Pubmed, Cochrane, Science direct). Les études incluses doivent inclure des études cas-témoins, de cohorte ou transversale. Les critères de sélections pour la population sont des athlètes de sports collectifs avec un cycle menstruel régulier sans prise de contraceptifs hormonaux.

Résultats : Au total, 6 articles ont été sélectionnés. Au vu des résultats de l'ensemble des tests, les phases du cycle menstruel semblent n'avoir aucun impact significatif sur les efforts de puissance explosive anaérobie, l'endurance aérobie et la force musculaire. Une étude semble suggérer que la phase lutéale pourrait favoriser la course à pied de haute intensité (anaérobie).

Discussion : En raison d'une taille d'effet négligeable, de la grande variation entre les études ainsi qu'intra et inter individu et de la petite taille de la population dans cette revue, il n'est pas possible de formuler des lignes directrices générales sur la performance ; il est plutôt recommandé d'adopter une approche personnalisée basée sur la réponse de chaque individu.

Mots clés : Performance, athlète, sport, cycle menstruel, phase menstruelle, hormone sexuelle.

THE IMPACT OF THE MENSTRUAL CYCLE ON THE PERFORMANCE OF FEMALE ATHLETE

Introduction : In elite athletes, the training sessions must be adapted to optimize performance in competition. Some studies have highlighted the impact of hormonal variations on performance in female athletes. At present, data are conflicting, with no consensus and no certainty that performance can be affected by the MC phase. It is necessary to evaluate the systematic evidence identifying the different potential impacts of the menstrual cycle in female athletes

Objective : The central purpose of this review is to summarize the current science regarding the potential influence of the menstrual cycle on performance in elite female athletes. A synthesis of relevant studies evaluating performance during the MC by physical tests will be made.

Methods : This study followed the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines. Three large databases of scientific publications were searched (Pubmed, Cochrane, Science direct). Included studies should be case-control, cohort, or cross-sectional studies. The population selection criteria are team sports athletes with a regular menstrual cycle without hormonal contraceptive use.

Results : A total of 6 articles were selected. Based on the results of all the tests, the phases of the menstrual cycle appear to have no significant impact on anaerobic explosive power efforts, aerobic endurance and muscle strength. One study seems to suggest that the luteal phase may favour high intensity running (anaerobic).

Discussion : Because of the negligible effect size, the wide variation between studies, as well as intra and inter individual and the small population size in this review, it is not possible to formulate general performance guidelines ; instead, a personalized approach based on each individual's response is recommended.

Key words: Performance, athlete, sport, menstrual cycle, menstrual phase, sex hormone.