

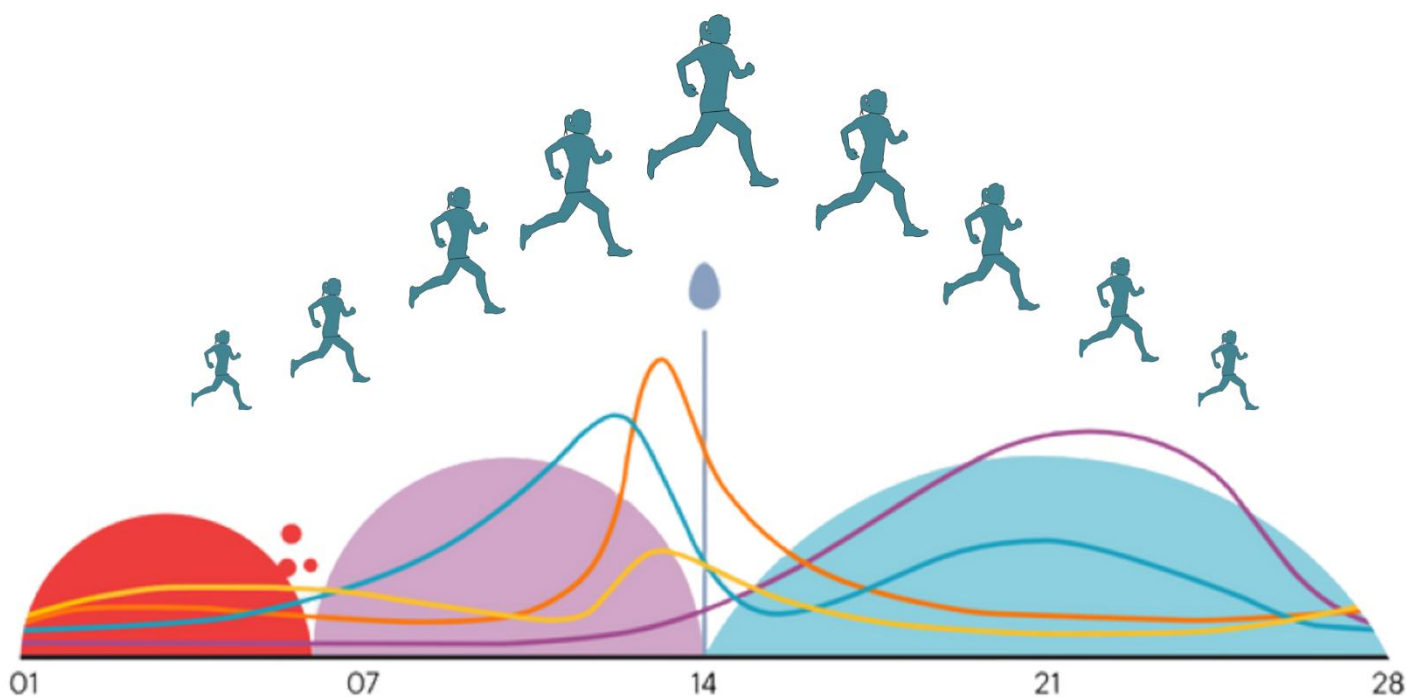
# Athlètes féminines, comment adapter l'alimentation à leurs spécificités physiologiques ?

**MEYER Robin**

Bachelor of Science Nutrition Sportive

2ème année

2024-2025



# Sommaire

Introduction.....	1
1 Les besoins spécifiques .....	2
1.1 Composition corporelle et généralités .....	2
1.2 Les hormones féminines.....	2
1.3 L'impact du cycle menstruel sur le métabolisme.....	3
1.4 Les contraceptifs .....	4
2 Problèmes rencontrés par les athlètes féminine en lien avec l'alimentation.....	6
2.1 RED-S .....	6
2.2 Troubles du cycle.....	8
2.3 Symptômes menstruels .....	9
2.4 Carence en fer .....	9
3 Les solutions nutritionnelles .....	10
3.1 L'alimentation autour du cycle .....	10
3.2 L'alimentation autour du RED-S .....	10
3.3 L'alimentation autour des symptômes menstruels .....	10
3.4 Stratégies nutritionnelles pendant l'effort .....	11
3.5 Stratégies nutritionnelles en récupération .....	11
3.6 Les micronutriments essentiels .....	11
3.7 Attention aux régimes trop restrictifs .....	12
3.8 Les suppléments pour améliorer la performance.....	12
Conclusion.....	13
4 Abstract.....	14
5 Annexes .....	15
<b>Bibliographie .....</b>	<b>18</b>

## Introduction

Les femmes présentent des spécificités physiologiques par rapport aux hommes, et pourtant la majorité des études en science du sport portent essentiellement sur des athlètes masculins... Serait-il question de l'idée selon laquelle les femmes sont des "hommes moins puissants" ? Pas forcément... Il faut dire que les hommes présentent une variabilité hormonale bien plus restreinte que celle observée chez les femmes avec le fameux cycle ovarien. Et ce dernier pourrait alors perturber les résultats obtenus. A cela s'ajoute une autre complexité méthodologique : les femmes utilisant des contraceptifs, avec une large panoplie disponible qui peuvent tous influencer différemment la performance et le métabolisme, celles en capacité de procréer et celles ménopausées et qui ne sont donc plus sujettes aux variations hormonales. Toutes ces situations possibles font craindre un protocole d'études scientifiques moins rigoureux et donc des résultats moins pertinents. La fausse solution ? Réaliser des études sur des sujets masculins, puis extrapoler les résultats aux femmes !

Mais alors, quand on connaît l'importance des hormones dans les processus métaboliques, il est logique de penser que ces fluctuations hormonales vont avoir des conséquences sur la performance et la nutrition. En résumé, les femmes ne peuvent pas s'entraîner et manger comme des hommes puisqu'il est nécessaire de prendre en compte leurs spécificités liées à leurs variations hormonales ou non et leur contraception ou non.

En ce qui concerne la partie entraînement, le monde sportif et les entraîneurs ont de plus en plus conscience de l'importance d'adapter les séances aux fluctuations du cycle menstruel et à la réponse de chaque athlète à celui-ci.

Mais qu'en est-il de la partie nutrition : **comment adapter l'alimentation à leurs spécificités dans un souci de santé et de performance ?**

Cet article fait suite à un webinaire que nous avons réalisé le 26 février 2025 sur la nutrition de l'athlète féminine. Les spécificités des femmes enceintes, en post-partum et ménopausées ne seront pas abordées dans cet article.

# 1 Les besoins spécifiques

Dans cette première partie, nous allons répertorier ce qui va différencier les femmes des hommes au niveau physiologique et métabolique et donc logiquement impacter leur nutrition.

## 1.1 Composition corporelle et généralités

Comparées à leurs homologues masculins, les femmes présentent des différences physiologiques notables. Leur composition corporelle se caractérise par **un pourcentage plus élevé de masse grasse** et **une masse musculaire moindre**, ainsi qu'une **prédominance de fibres musculaires de type lent** (favorisant l'endurance) **au détriment des fibres rapides** (force et explosivité). Leur **taux d'hydratation corporelle est également plus bas**, se situant entre 50 et 60 %. Sur le plan métabolique, elles **utilisent plus efficacement les lipides**, bien que cela varie selon la phase du cycle, tandis que leur **capacité à exploiter les glucides est moindre**. De plus, leur **fenêtre métabolique<sup>1</sup> est plus courte**, leur **seuil de déshydratation plus bas (0,5-1 %)<sup>2</sup>** et leur **thermorégulation diffère** : elles transpirent moins, ce qui limite leur capacité à dissiper la chaleur, mais leur couche de graisse sous-cutanée leur confère une **meilleure résistance au froid**. Enfin, leur **adaptation à l'altitude est optimisée** grâce à une utilisation plus efficace des lipides comme source d'énergie.[1] [2]

## 1.2 Les hormones féminines

On va logiquement s'intéresser d'abord à la base, c'est-à-dire, les hormones féminines. Ici, on va se focaliser sur les œstrogènes et la progestérone.

### 1.2.1 Oestrogènes

Les **œstrogènes** sont des hormones stéroïdiennes principalement produites par les ovaires chez la femme et, en plus faibles quantités, par les testicules chez l'homme ainsi que par les glandes surrénales et le tissu adipeux. Tout comme la testostérone, ils sont synthétisés à partir du cholestérol et sont donc dérivés des androgènes. On retrouve trois hormones parmi les œstrogènes : l'**estradiol** (le plus actif et abondant chez la femme à l'âge de procréer), l'**estrone** et l'**estriol** (surtout pendant la grossesse).

Ils jouent un rôle clé dans de nombreux processus physiologiques, voici les principaux :

- **Développement et reproduction**
  - régulent le cycle menstruel (pic d'œstrogènes conduit à un pic de FSH et donc à l'ovulation)
  - développement des caractères secondaires féminins
- **Métabolisme osseux**
  - stimulent l'**ostéogenèse** et inhibent la résorption osseuse en limitant l'activité des ostéoclastes
- **Métabolisme énergétique et protéostase.**

Ce dernier point va particulièrement nous intéresser ici. En effet, les œstrogènes vont **influencer fortement le métabolisme énergétique et protéostase**.

Parmi les rôles principaux, les œstrogènes vont favoriser, via la stimulation de la lipoprotéine lipase, le stockage des acides gras sous forme de triglycérides dans le tissu adipeux (**lipogenèse**) [2]. Ils vont également participer à la synthèse et régénération musculaire (même effet que la testostérone en moins puissant). Au niveau du **métabolisme glucidique**, les œstrogènes, via la stimulation de la sécrétion d'insuline et une augmentation de la sensibilité des cellules cibles à cette hormone, vont augmenter la

---

<sup>1</sup> **Fenêtre métabolique** = période post-exercice, durant laquelle l'organisme optimise l'absorption et l'utilisation des nutriments pour la récupération musculaire et la recharge des réserves énergétiques.

<sup>2</sup> **Seuil de déshydratation** = limite de perte d'eau à partir de laquelle il y a un impact négatif sur les performances et la santé de l'athlète.

capacité des muscles à utiliser le glucose lors d'exercices physiques mais aussi stimuler la glycogénogenèse musculaire [3] (voir figure 1 en annexe).

Enfin, ces hormones vont également influencer le **métabolisme protéique** puisqu'ils vont jouer un rôle important dans une augmentation de l'anabolisme, de la contraction mais aussi la récupération musculaire après les efforts [2].

On peut donc en déduire, que les œstrogènes vont permettre des efforts plus intensifs et explosifs et aussi favoriser l'anabolisme musculaire.

### 1.2.2 Progestérone

La progestérone quant à elle, aura des effets antagonistes par rapport aux œstrogènes.

C'est une hormone stéroïdienne dérivée du cholestérol, appartenant à la famille des progestagènes. Synthétisée principalement par le corps jaune en phase lutéale et, en cas de grossesse, par le placenta, elle joue un rôle clé dans plusieurs processus physiologiques.

Voici ses principaux impacts au niveau physiologique :

- **Régulation du cycle menstruel**
  - La progestérone est essentielle à la **phase lutéale** du cycle menstruel. Après l'ovulation, sous l'effet de l'hormone lutéinisante (**LH**), elle est sécrétée par le **corps jaune** et prépare l'endomètre à la nidation
  - Elle inhibe la sécrétion de **gonadotropines (LH et FSH)** par rétrocontrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien, empêchant ainsi une nouvelle ovulation au cours du même cycle.
- **Rôle dans la grossesse et gestation**
  - La progestérone joue un rôle clé dans la grossesse en **favorisant l'implantation de l'embryon** et en **maintenant la gestation**. Elle inhibe les contractions utérines, soutient le développement du placenta et prépare les glandes mammaires à la lactation.
- **Effets sur le système cardiovasculaire et thermorégulation**
  - La progestérone induit **une vasodilatation**, entraînant une baisse de la pression artérielle et une redistribution des fluides vers les tissus. Cela favorise le passage d'une partie du plasma vers le compartiment interstitiel, réduisant ainsi le volume sanguin effectif.
  - La progestérone inhibe partiellement l'**aldostérone**, favorisant l'excrétion de sodium et d'eau, ce qui **réduit le volume plasmatique**.
  - Les conséquences seront donc une **diminution de la pression artérielle**, la **rétenction d'eau** mais aussi une **baisse de la transpiration** et donc de **l'efficacité de la thermorégulation** [2].
- **Métabolisme énergétique et protéique**

Nous allons à nouveau nous concentrer sur l'impact de la progestérone sur le métabolisme énergétique et protéique, en raison de son influence directe sur la nutrition.

Contrairement aux œstrogènes, cette hormone favorise une oxydation accrue des lipides en stimulant la lipolyse. À l'inverse, elle limite l'utilisation du glycogène musculaire, rendant ainsi les efforts explosifs plus difficiles.

Sur le plan du métabolisme protéique, la progestérone exerce un effet catabolique en augmentant l'oxydation des protéines. Enfin, elle entraîne une augmentation du métabolisme de base, ce qui peut accentuer la sensation de faim.

## 1.3 L'impact du cycle menstruel sur le métabolisme

Les femmes en âge de procréer avec un cycle non perturbé (on y reviendra plus tard) et n'utilisant pas de contraceptifs qui modifient leur cycle, un cycle hormonal appelé **cycle menstruel d'une durée de 21 à 35 jours**. Ces variations hormonales vont fortement impacter leur humeur, leur forme, leur motivation, leurs performances mais aussi et surtout leur métabolisme. Ce cycle se divise en 2 grandes phases : **folliculaire** et **lutéale** qui peuvent elle-même se diviser en 2 « sous-phases ». (voir figure 2)

### 1.3.1 Phase folliculaire

Cette première phase d'une durée très variable (de 0 à 14 jours en moyenne), commence le premier jour des **menstruations** et se termine après l'évènement clé du cycle : l'**ovulation**.

La phase de menstruation sera donc la 1<sup>ère</sup> sous phase. Elle se caractérise par un niveau hormonal très faible et des signes cliniques tels que les saignements, douleurs abdominales, fatigue maux de têtes et de dos pouvant être très inconfortables et handicapants [2]

Puis on aura la phase pré-ovulatoire qui se caractérise par une augmentation progressive du taux d'œstrogènes jusqu'à son pic qui déclenchera une production importante de FSH responsable de l'ovulation.

Au niveau métabolique et physiologique, la phase de menstruation n'aura pas d'impacts importants puisque les niveaux hormonaux sont au plus bas. L'objectif de cette phase sera la gestion des symptômes menstruel et d'une potentielle diminution des réserves en fer à cause des saignements. Pour la phase pré-ovulatoire, le niveau plasmique important d'œstrogène favorisera l'utilisation du glycogène, l'anabolisme musculaire. Cette phase sera donc propice aux efforts intensifs et de force.[1][5][2][4]

### 1.3.2 Phase lutéale

C'est la seconde phase du cycle menstruel qui **commence après l'ovulation jusqu'au premier jour des règles**. Contrairement à la phase folliculaire, sa **durée est peu variable**. L'objectif de cette phase est de construire l'endomètre en cas de fécondation pour préparer la nidification de l'embryon. Il y aura donc de nombreuses répercussions au niveau physiologique et métabolique.

La première sous-phase est la **phase lutéale précoce**. Au niveau hormonal, les œstrogènes seront élevés (mais moins que pendant la 2<sup>ème</sup> partie de phase folliculaire) et la progestérone également.

Puis la seconde sous phase, est la **phase prémenstruelle (ou lutéale tardive)**. A ce moment-là, l'organisme va se préparer à éliminer l'endomètre en absence d'ovulation.

Dans la première sous-phase, l'organisme cherchera à économiser sa source d'énergie primaire qui sont les réserves de glycogène, on rencontre donc **une moins bonne utilisation du glucose de réserve**. Puis, inversement à la phase folliculaire une **augmentation de la capacité du corps à oxyder les lipides**. Il y aura également **une oxydation plus importante des protéines**, la tendance sera donc au catabolisme.

La progestérone sera également responsable **d'une augmentation de la température corporelle** via une moins bonne thermorégulation mais aussi une **augmentation du métabolisme de base** pouvant aller de 100 à 300 kcal/jour.

Dans la phase prémenstruelle, les contractions de l'utérus pour expulser l'endomètre ainsi que des processus inflammatoires seront à l'origine des **symptômes prémenstruelle**. En effet, l'utérus est un muscle et comme tout muscle, il est sujet aux crampes mais aussi à l'accumulation d'acide lactique. **La libération des prostaglandines** nécessaire à la contraction de l'utérus sera donc à l'origine de nombreux symptômes d'origine inflammatoire.[2] Nous verrons donc plus bas l'importance d'avoir une alimentation antioxydante et anti-inflammatoire à ce moment-là du cycle.

Globalement, la phase lutéale, sera **plus propice aux efforts d'endurance et à des temps de récupération plus long** du fait de l'utilisation des lipides au détriment du glycogène. On constate également une fatigue plus marquée ainsi que des possibles fringales. Il y aura donc de nombreuses adaptations nutritionnelles sur lesquelles nous reviendront dans la dernière partie.

## 1.4 Les contraceptifs

Les contraceptifs, qu'ils soient hormonaux (pilule, implant, patch, dispositif intra-utérin hormonal) ou non hormonaux (stérilet au cuivre), vont influencer différemment la physiologie des athlètes féminines. Ces effets peuvent modifier la gestion des substrats énergétiques, la composition corporelle et les besoins en micronutriments. Il est donc essentiel d'adapter l'alimentation en conséquence pour préserver la performance et la santé des sportives.

### 1.4.1 Oraux

Plus connue sous le nom de « pilule », on peut distinguer deux grands types de contraceptifs oraux : combinés et progestérone seule. Les contraceptifs oraux combinés (COC) (œstrogènes + progestérone) **inhibent l'ovulation** en bloquant la sécrétion de FSH et LH grâce à un apport constant d'hormones. Ils épaississent la glaire cervicale pour empêcher le passage des spermatozoïdes et amincissent l'endomètre, rendant l'implantation plus difficile. Les cycles sous pilule sont artificiels, avec des saignements de privation plutôt que de véritables règles. Les contraceptifs oraux à progestérone seule agissent principalement en épaississant la glaire cervicale, ce qui empêche le passage des spermatozoïdes. Ils peuvent également altérer l'endomètre, rendant l'implantation moins probable. Ils **inhibent partiellement l'ovulation**, mais cet effet n'est pas systématique.

Les contraceptifs hormonaux, en particulier les contraceptifs oraux combinés (COC), **ont des effets notables sur le métabolisme**, influencés par les types d'œstrogènes et de progestatifs qu'ils contiennent. L'impact le plus important se trouve au niveau du métabolisme lipidique, les COC augmentent les taux de lipides circulants, notamment le cholestérol HDL et les triglycérides et logiquement diminuent l'oxydation des glucides [5]. On peut, grossièrement, comparer la prise de COC à la phase lutéale lors d'un cycle naturel. Les contraceptifs seuls ont des effets moindres sur le métabolisme. A noter que les nouvelles générations sont conçues pour limiter les effets androgéniques et glucocorticoïdes. Enfin l'impact métabolique sera fonction de la dose et du type de contraceptif utilisé.[6]

Dans tous les cas, il est important de noter que **ce type de contraceptifs modifieront le cycle naturel et supprimeront totalement ou partiellement l'ovulation donc pourront donc masquer de potentielles dysfonctions hormonales liées à l'alimentation ou au mode de vie.**

### 1.4.2 Non oraux

- **Implants et injections**

Les **implants** sont des méthodes contraceptives de longue durée (jusqu'à 3 ans) insérés sous la peau au niveau du bras (par un professionnel de santé) et libérant progressivement un progestatif (l'étonogestrel dans la plupart des cas). Ils agissent en bloquant l'ovulation, épaississant la glaire cervicale, et en modifiant la muqueuse utérine.

Les **injections** contraceptives sont une autre méthode de contraception hormonale de longue durée. Elles contiennent un **progestatif** (souvent la **médoroxprogestérone**) et sont administrées par un professionnel de santé **tous les 3 mois** par injection intramusculaire (dans la fesse ou le bras). Elles sont le même mode d'action que les implants.

Globalement ces deux types de contraceptions **vont stopper l'ovulation voir même conduire à une aménorrhée** (chez 70% des femmes pour les injections) et/ou **des troubles du cycle**. Les injections peuvent même conduire à une fragilité osseuse.

- **Dispositif Intra-Utérin (DIU)**

C'est une méthode de contraception longue durée qui se présente sous la forme d'un petit objet en plastique et/ou en cuivre inséré dans l'utérus par un professionnel de santé. Deux types : **hormonaux** et **non hormonaux**. Les DIU hormonaux utilisent progestatif (lévonorgestrel) alors que les non hormonaux libèrent du cuivre qui inhibent l'action des spermatozoïdes. Pour les hormonaux, la plupart du temps, les femmes continuent d'ovuler alors que pour les celles utilisant un stérilet au cuivre conserve systématiquement leur ovulation.[2]

Les DIU ont donc peu d'effet sur le cycle menstruel et donc sur le métabolisme de la sportive.

## 2 Problèmes rencontrés par les athlètes féminine en lien avec l'alimentation

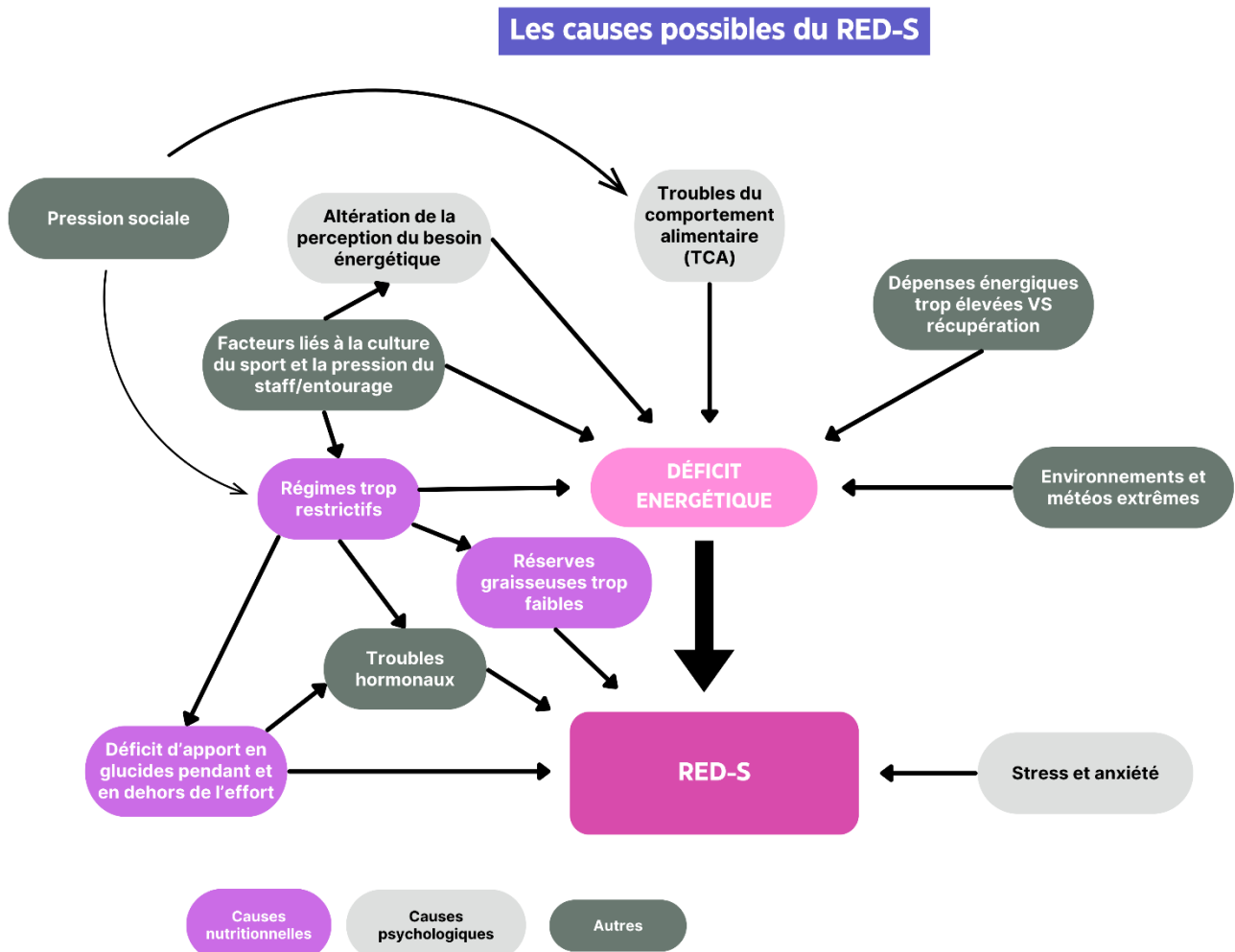
### 2.1 RED-S

C'est un sujet incontournable lorsqu'on évoque la nutrition de l'athlète féminine puisqu'il touche malheureusement une partie importante des sportives (pas uniquement les sportives de haut niveau d'ailleurs et pas que les femmes).

Initialement désigné comme la **triade de l'athlète féminine**, le concept a évolué pour devenir le RED-S (**Relative Energy Deficiency in Sport**), afin de refléter un spectre plus large de conséquences physiologiques et psychologiques liées au déficit énergétique, désormais reconnues comme plus nombreuses et complexes que ce que la triade laissait supposer. Le RED-S est un syndrome de déficit énergétique relatif qui survient lorsque l'apport alimentaire ne couvre pas les besoins énergétiques d'une athlète. Ce déséquilibre impacte **la santé, la récupération et la performance**, et ne doit pas être confondu avec le simple surentraînement. En effet, le RED-S est un véritable déficit d'apport énergétique (mais aussi qualitatif) par rapport aux dépenses. Autrement dit, la **balance énergétique penche plus d'un côté que de l'autre**. Pas besoin d'être athlète de haut niveau pour souffrir de ce syndrome, même la sportive amatrice qui ne comble pas suffisamment ses dépenses peut en être victime. Voici quelques chiffres ; 80% des athlètes en cross-country sont à risque de Low Energy Availability (LEA), 96% des danseuses de ballet ont une LEA, 100% en natation synchronisée [2], jusqu'à 60% des athlètes d'endurance peuvent présenter un risque de LEA [7].

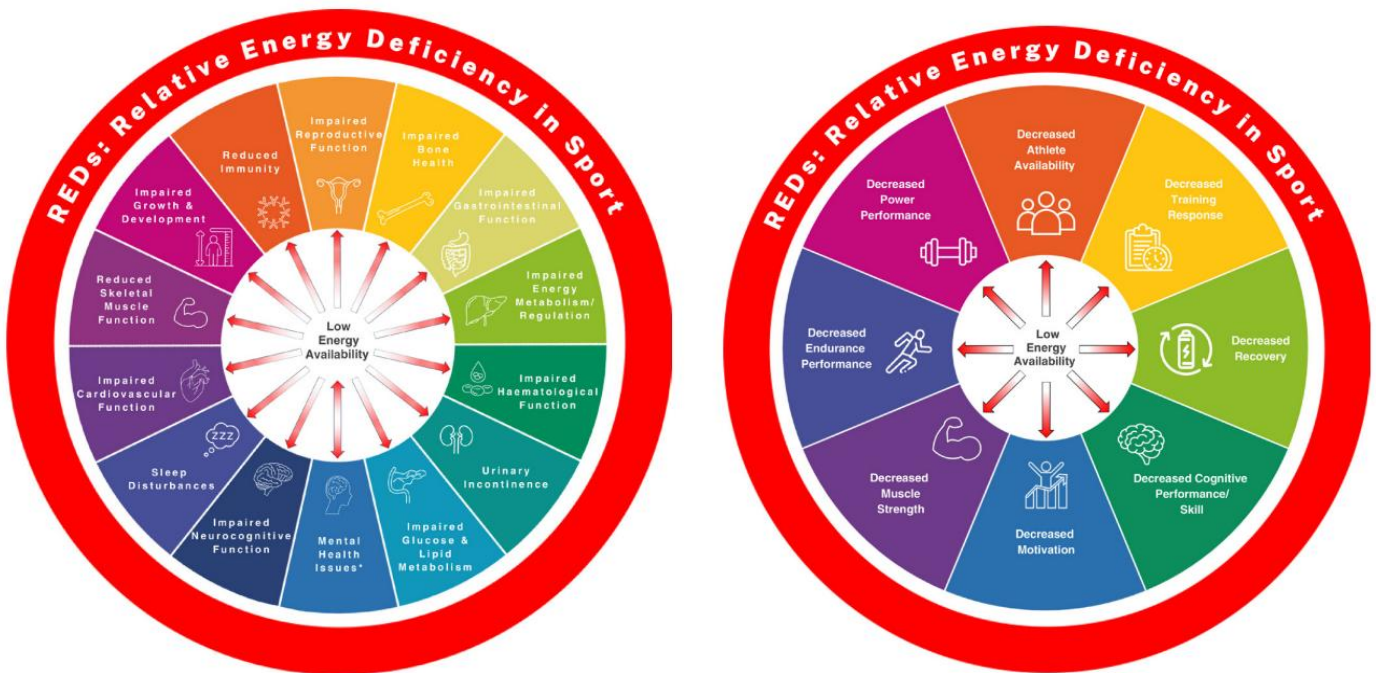
Dans la prochaine partie, on va voir que les causes du RED-S ainsi que les conséquences sont multiples.

#### 2.1.1 Causes



Comme on peut le voir sur ce schéma les causes du RED-S sont vraiment multifactorielles et interconnectées. Certains sports sont plus à risques tels que les sports esthétiques (gym, natation synchronisée, danse, etc..), sports à catégorie de poids (sport de combat, force athlétique, etc..), les sports où le rapport poids-puissance est important et avec des dépenses énergétiques très importantes (athlétisme, triathlon, cyclisme).

### 2.1.2 Conséquences et symptômes



**Figure 5** : A gauche, les conséquences physiologiques et psychologiques du RED-S et à droite les conséquences sur la performance qui en découlent (2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs))

Sur les schémas de la figure 5, on constate que Le REDs affecte divers systèmes corporels et peut entraîner des conséquences négatives sur la santé et la performance des athlètes.

- **Santé osseuse** : Diminution de la densité minérale osseuse, augmentant le risque de fractures de stress.
- **Fonction menstruelle** : Chez les femmes, **perturbations du cycle menstruel, pouvant aller jusqu'à l'aménorrhée.**
- **Fonction endocrinienne** : Altérations hormonales, notamment des niveaux réduits d'hormones thyroïdiennes et sexuelles.
- **Système immunitaire** : Affaiblissement des défenses immunitaires, augmentant la susceptibilité aux infections.
- **Santé cardiovasculaire** : Impact négatif sur la fonction cardiovasculaire.
- **Santé mentale** : Association avec des troubles de l'humeur, de l'anxiété et d'autres problèmes de santé mentale.

En termes de performance, le REDs peut entraîner :

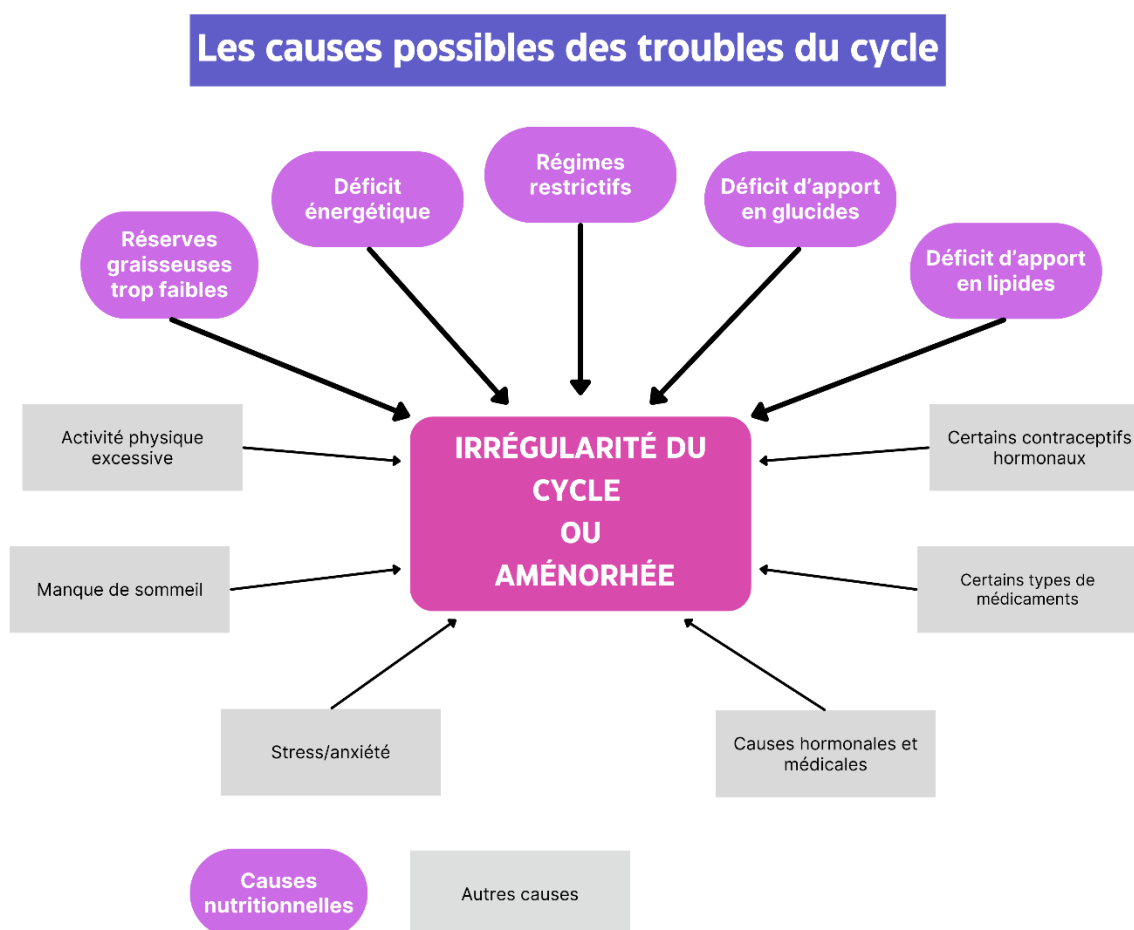
- **Disponibilité réduite de l'athlète** : Augmentation des jours d'entraînement modifiés ou perdus en raison de blessures ou de maladies.
- **Réponse diminuée à l'entraînement** : Malgré un entraînement intensifié, les athlètes peuvent constater une diminution de leurs performances.
- **Récupération altérée** : Difficulté accrue à récupérer après l'entraînement ou la compétition.

- **Performance cognitive réduite** : Diminution du temps de réaction, de la coordination et de la concentration.
- **Motivation diminuée** : Réduction du bien-être, irritabilité et troubles de l'humeur.
- **Force musculaire et endurance réduites** : Baisse de la force musculaire et des performances en endurance.

La figure 6 en annexe présente une échelle pour diagnostiquer le RED-S en catégorisant les risques.

## 2.2 Troubles du cycle

Malheureusement les troubles du cycle menstruel voir même aménorrhée sont **très courants chez les sportives** et sont la plupart du temps normalisés par les entraîneurs et professionnels de santé. Un cycle irrégulier se caractérise par une **durée inférieure à 21 jours ou supérieure à 35 jours (oligoaménorrhée)** ou par des **variations de 7 à 9 jours d'un cycle à l'autre** ou alors **une absence de règle un mois sur deux**. Une aménorrhée quant à elle est soit **primaire**, c'est-à-dire une **adolescente qui n'a toujours pas eu ses règles après l'âge de 15 ans** ou alors **secondaire**, une **absence de règle depuis plus de 3 mois**. Voici quelques chiffres, plus de 40% des sportives souffrent de troubles du cycle, et 22 à 31% sont en aménorrhée [2]. Lors de notre dernier webinar réalisé sur la nutrition de l'athlète féminine, **48% des femmes inscrites souffraient de troubles du cycle menstruel**.



Les menstruations sont un formidable signe de bonne santé. Au contraire, des **troubles du cycle sont un drapeau d'alerte d'un problème sous-jacent**. Les déséquilibres alimentaires tels que le déficit énergétique, un taux de masse grasseuse trop bas, une consommation trop faible de glucides (ou mal répartie) et/ou de lipides, des régimes trop restrictifs (on y revient plus bas), vont impacter directement la production d'hormones. L'organisme a gardé des réflexes primitifs, et ces déséquilibres alimentaires vont activer le mode "survie" qui consiste à économiser le maximum d'énergie en cas de famine ou de besoin de fuite. Et la fonction reproductive n'est pas du tout sa priorité dans ces conditions donc l'organisme va stopper de produire des hormones pour se concentrer sur les fonctions vitales. De plus, les hormones féminines sont produites à partir du cholestérol, ce qui indique qu'une réserve grasseuse trop faible ne

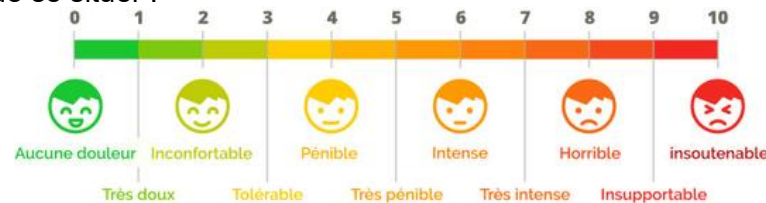
sera pas suffisante pour produire suffisamment d'œstrogènes. Puisque le tissu adipeux produit ces hormones.

## 2.3 Symptômes menstruels

Les douleurs les plus fréquentes parmi les sportives sont :

- **Changements importants d'humeur ou anxiété** (90.6%)
- **Fatigue** (86.2%)
- **Crampes** (84.2%)
- **Douleurs et/ou sensibilités des seins** (83.1%)

Cette échelle permet de se situer :



*Juliana Antero, « Cycle menstruel & sport », PHD, 2023*

Au-delà de 3, les douleurs ne sont pas normales ! Il peut s'agir d'un trouble ou d'une pathologie telle que l'endométriose qui touche 1 femme sur dix. Il faut donc le prendre très au sérieux et ne pas le normaliser. On verra plus bas que l'alimentation peut, dans une certaine mesure, contribuer à atténuer les symptômes non pathologiques liés au cycle menstruel.

## 2.4 Carence en fer

Le fer est essentiel à l'organisme car il permet le transport de l'oxygène dans le sang, participe à la production d'énergie et soutient le bon fonctionnement du système immunitaire. Or, du fait d'un besoin accru chez les sportifs, c'est aussi la carence la plus courante chez les sportifs et d'autant plus chez les sportives. En effet, selon une étude, plus de 80% d'entre elles sont à risque d'anémie, plus de 43% ont déjà été carencé en fer. Parmi elles, 26% sont végétariennes ou végan et 43% ont des saignements abondants lors des règles [2]. Les femmes ont des pertes plus ou moins importantes de fer lors des menstruations. Les sportives y sont encore sujettes du fait de leur pratique sportive. Certains sports avec des impacts tels que la course à pied ou sports de combats sont encore plus à risque.

Les conséquences principales des carences en fer sont ; une fatigue chronique (que les femmes ressentent souvent pendant et après les règles), une baisse des performances notamment pour les efforts Vo2, une mauvaise récupération [8].

Bien-sûr, les niveaux de fer de l'organisme sont totalement dépendant des apports alimentaires, nous y reviendrons plus tard.

### 3 Les solutions nutritionnelles

Dans cette partie, nous allons voir les stratégies nutritionnelles adaptées aux spécificités des sportives.

#### 3.1 L'alimentation autour du cycle

Nous avons vu que le cycle menstruel et les variations hormonales influencent fortement les processus métaboliques et physiologiques des athlètes. Il est donc intéressant d'adapter sa nutrition et hydratation à ces fluctuations. [2]

	PHASE FOLLICULAIRE	PHASE LUTEALE
<b>Energie</b>	Apports normaux	↑ 100-300 kcal
<b>Protéines</b>	1.5-1.8 g/kg/j	↑ 1.8-2g/kg/j
<b>Lipides</b>	1-1.5 g/kg/j	↑ 1.5 g/kg/j (notamment oméga 3)
<b>Glucides</b>	Importants essentiellement glucides complexes	Glucides complexes à IG bas et sources de fibres
<b>Hydratation</b>	1 mL/kcal/j	↑ eau et électrolytes et ↓ sel
<b>Autres</b>	Aliments riches en Fer	Alimentation anti-inflammatoire

#### 3.2 L'alimentation autour du RED-S

Pour prévenir le RED-S, il faut avoir un **apport énergétique suffisant de minimum 45 kcal/kg FFM** (hors masse grasse)[4]. Bien-sûr ces valeurs sont à **individualiser** en fonction des données anthropométriques de l'athlète, mais aussi de son activité physique et de son environnement et mode de vie. L'idéal est de **connaître ses besoins** et manger en fonction. Il faudra aussi veiller à avoir un **apport équilibré en macronutriments** (et micronutriments) et en négliger aucune. Les erreurs les plus courantes sont l'exclusion des glucides notamment pendant l'effort mais aussi des lipides. Les **repas devront être bien répartis dans la journée** (importance du petit-déjeuner et collation qui sont souvent négligés). Il faudra **éviter les régimes restrictifs**, les **sources de stress et le surmenage**. L'athlète doit être capable **d'écouter les signaux que son corps lui envoie**. Enfin il faut **réaliser des bilans biologiques réguliers** pour prévenir les potentielles carences.

#### 3.3 L'alimentation autour des symptômes menstruels

**Alimentation anti-inflammatoire** avant et pendant les règles. [2]

C'est-à-dire :

- Riche en oméga 3 : poisson gras 2-3 fois par semaine + 1 càs / jour d'huile de lin/noix/colza (ou oméga 3 Epax si l'alimentation ne suffit pas)
- Riche en antioxydants : fruits et légumes frais, le plus possible crus
- Pauvre en aliments industriels et ultra-transformés
- Pauvre en sucres raffinés, acides gras saturés et alcool
- Aliments sources de magnésium et de zinc (voir plus bas)
- Alimentation riche en fer pour combler les pertes lors des saignements et donc la fatigue et possible anémie

### 3.4 Stratégies nutritionnelles pendant l'effort

La nutrition pendant l'effort est primordiale la performance mais aussi la santé de l'athlète. Les glucides sont la principale source d'énergie et représentent le « carburant » de l'organisme.

#### Objectifs :

- Compenser les pertes hydriques et électrolytiques
- Apporter des glucides
- Apporter des protéines si effort > 3h
- Prévenir la porosité intestinale induite par l'effort

Durée	Intensité	
	FAIBLE	ÉLEVÉE
< 1h30	Pas besoin	40-80g glucides/1h30 + électrolytes
2h	40-60g glucides /h + électrolytes Boisson + alimentation	60-100g glucides/h + électrolytes Boisson + alimentation
> 3h	40-60g glucides /h + électrolytes Boisson + alimentation + BCAA	60-100g glucides/h + électrolytes Boisson + alimentation + BCAA

*Ces valeurs ne sont pas à prendre à la lettre et doivent être adaptées en fonction de : la température, de l'humidité, des capacités de l'athlète à consommer et assimiler des glucides, aux différentes phases d'entraînement.*

**Boisson d'effort** : un mélange d'eau, de glucides et d'électrolytes améliore l'hydratation et le maintien de l'énergie.

*Note* : la consommation de glucides pendant l'effort en phase lutéale est particulièrement importante puisque l'organisme est moins capable d'utiliser les glucides de réserves (glycogène).

### 3.5 Stratégies nutritionnelles en récupération

Après l'effort, l'organisme est plus réceptif aux nutriments, mais cette **fenêtre métabolique est plus courte chez les femmes**.

Les objectifs seront de :

- **Restaurer les stocks de glycogène** via un apport de glucides à IG bas à moyen
- **Réduire les dommages musculaires et accélérer la récupération musculaire** via des protéines de bonnes valeurs biologiques (30g environ)
- **Compenser les pertes hydroélectrolytiques** via un apport de minéraux
- Maintenir un équilibre hormonal favorable

*Un exemple de collation post-entraînement efficace : boisson de récupération + bol de flocons d'avoine ou muesli avec fromage blanc + 1 fruit + quelques fruits secs oléagineux*

### 3.6 Les micronutriments essentiels



	Fe	D	Mg	Zn	Ca
Rôles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Constituant de l'hémoglobine</li> <li><b>Oxygénation des muscles</b></li> <li>Fonction cognitive</li> <li>Fonction immunitaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Santé osseuse</b></li> <li>Fonction cognitive (↑ humeur et ↓ dépression)</li> <li>Fonction immunitaire</li> <li>↑ sensibilité à l'insuline</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Métabolisme énergétique</li> <li>Contraction musculaire</li> <li>Transmission nerveuse</li> <li>Sommeil</li> <li><b>Myorelaxant</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contraction musculaire</li> <li><b>Immunité, cicatrisation</b></li> <li>Synthèse protéique</li> <li>Antioxydant: protège contre le stress oxydatif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Solidité du squelette</b></li> <li>Contraction musculaire</li> <li>Transmission nerveuse: transmission des signaux nerveux, excitabilité neuromusculaire</li> <li>Coagulation sanguine</li> <li>Régulation hormonale</li> </ul>
Carence	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fatigue chronique</li> <li>↓ Performance et récupération</li> <li>Irritabilité</li> <li>Tendance à avoir froid</li> <li>Essoufflement anormal</li> <li>Palpitations cardiaques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minéralisation du squelette</li> <li>↓ Performance, récupération et perte de force musculaire</li> <li>Infections chroniques</li> <li>Hypertension artérielle</li> <li>↑ risque de dépression et troubles de l'humeur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fatigue persistante</li> <li>Crampes, spasmes musculaires et tressautements</li> <li>Diminution de la densité osseuse</li> <li>Troubles du rythme cardiaque</li> <li>Nausées, vomissement</li> <li>Constipation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fatigue persistante</li> <li>Récupération plus lente</li> <li>Troubles de l'immunité</li> <li>Troubles hormonaux</li> <li>Cicatrisation plus difficile</li> <li>Troubles cutanés: sécheresse de la peau, chute des cheveux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baisse de la densité osseuse</li> <li>Augmentation du risque de fractures de stress</li> <li>Faiblesse musculaire et crampes</li> </ul>
	Besoins : 18 mg/j	Besoins : 600 UI/j ou 15µg/j	Besoins : ~400mg/j	Besoins : ~12-15mg/j et + ↑ de 1mg/1000kcal	Besoins : 1000 mg/j

### 3.7 Attention aux régimes trop restrictifs

De nombreux régimes à la mode sont populaires chez les athlètes, mais peuvent être contre-productifs, surtout chez les femmes.

- **Régime cétogène / low-carb** : diminution drastique des glucides, favorisant le stress métabolique et une baisse de la performance.
- **Jeûne intermittent régulier** : peut perturber les cycles hormonaux et entraîner des carences énergétiques.
- **Entraînement à jeun répété** : accroît la fatigue et favorise le stockage des graisses à long terme via l'augmentation du cortisol.

Ces régimes pourront également avoir pour effet de **diminuer le métabolisme de base** (MB) puisque l'organisme (souvenez-vous qu'il est primitif) va "activer" le mode économie d'énergie et donc diminuer toutes les dépenses énergétiques non essentielles et voir même stocker plus de graisses. Oui, dans un premier temps, il y aura une perte de poids mais cela va finir par stagner et conduira même au fameux "effet yoyo".

En résumé, éviter les régimes extrêmes et privilégier une alimentation variée et adaptée aux besoins énergétiques réels.

### 3.8 Les suppléments pour améliorer la performance

Certains suppléments peuvent être intéressants pour les athlètes féminines :

- **Créatine** : améliore la force, la récupération et même, en moindre mesure, l'endurance mais aussi la récupération lors de traumatismes (particulièrement bénéfique car les femmes en stockent naturellement 70% moins que leurs homologues masculins)[2].

*20g / jour (4x5g) pendant 5 jours (charge) puis 3g (maintien)[9]*

- **Bêta-alanine** : Essentiel à la synthèse de carnitine qui permet de tamponner l'acidité musculaire, favorisant l'endurance et la récupération. Tout comme la créatine, les femmes ont des réserves plus faibles en carnitine que les hommes [2].

*65g/kg/j en plusieurs prises pendant (10-12 semaines) [9]*

- **Oméga 3 Epax** : pour les effets anti-inflammatoires et fonctionnement cognitif si l'alimentation ne permet pas d'atteindre les besoins. [1]

- **Fer, vitamine D et magnésium** : souvent déficitaires chez les sportives, à surveiller via des bilans sanguins.

## Conclusion

La nutrition de l'athlète féminine représente un enjeu majeur pour optimiser la performance sportive tout en préservant la santé à court et long terme. Ce travail de recherche met en lumière les spécificités physiologiques et hormonales propres aux femmes sportives, telles que les fluctuations du cycle menstruel, les risques accrus de déficit énergétique relatif (RED-S), et les troubles du cycle menstruel pouvant impacter tant la performance que la santé osseuse ou reproductive.

L'adaptation nutritionnelle, loin d'être uniforme, doit être individualisée selon le niveau d'entraînement, le type de discipline, la phase du cycle, l'âge ou encore les objectifs de performance. L'accent est mis sur la couverture des besoins en énergie, en macronutriments et en micronutriments essentiels comme le fer, le magnésium et la vitamine D, qui sont souvent à risque de carence chez l'athlète féminine.

Par ailleurs, l'entourage de la sportive – entraîneurs, kinésithérapeutes, préparateurs physiques, et bien sûr professionnels de santé – joue un rôle crucial dans l'identification des signaux d'alerte et la mise en place d'un accompagnement nutritionnel cohérent et bienveillant.

En somme, une meilleure connaissance des particularités nutritionnelles féminines, ainsi qu'une sensibilisation accrue de l'ensemble du staff sportif, permettent non seulement d'optimiser les performances, mais aussi de prévenir les complications liées aux déséquilibres nutritionnels. La nutrition devient alors un véritable levier de santé durable pour les sportives.

Après avoir exploré en détail les besoins nutritionnels de l'athlète féminine en âge de procréer, il serait pertinent, dans une perspective future, d'élargir la réflexion aux périodes de grossesse, de post-partum, ainsi qu'à la ménopause, afin de couvrir l'ensemble du parcours hormonal de la femme sportive.

## Abstract

This research addresses the nutritional specificities of female athletes, taking into account the physiological, hormonal, and metabolic characteristics that influence their nutritional needs and performance. It highlights the importance of a differentiated approach to sports nutrition for women, particularly in relation to the menstrual cycle and contraception.

The document also explores the increased risks of deficiencies and disorders related to energy imbalance, such as RED-S syndrome (Relative Energy Deficiency in Sport). Targeted nutritional strategies are proposed to support the performance, recovery, and long-term health of female athletes, while emphasizing the essential role of multidisciplinary support from professionals trained in these issues.

## 4 Annexes

Figure 1 : Différents rôles métaboliques des œstrogènes. [3]

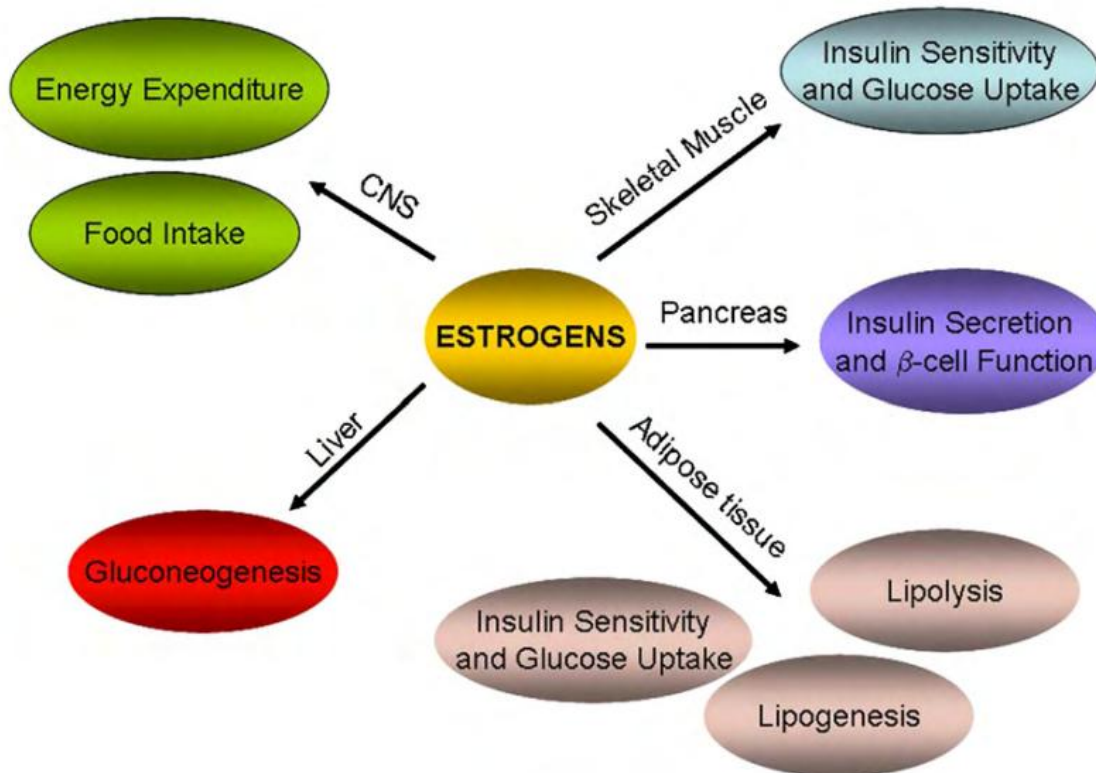


Figure 2 : Adaptation schéma du cycle menstruel avec les différentes variations hormonales en fonction du cycle.[10]

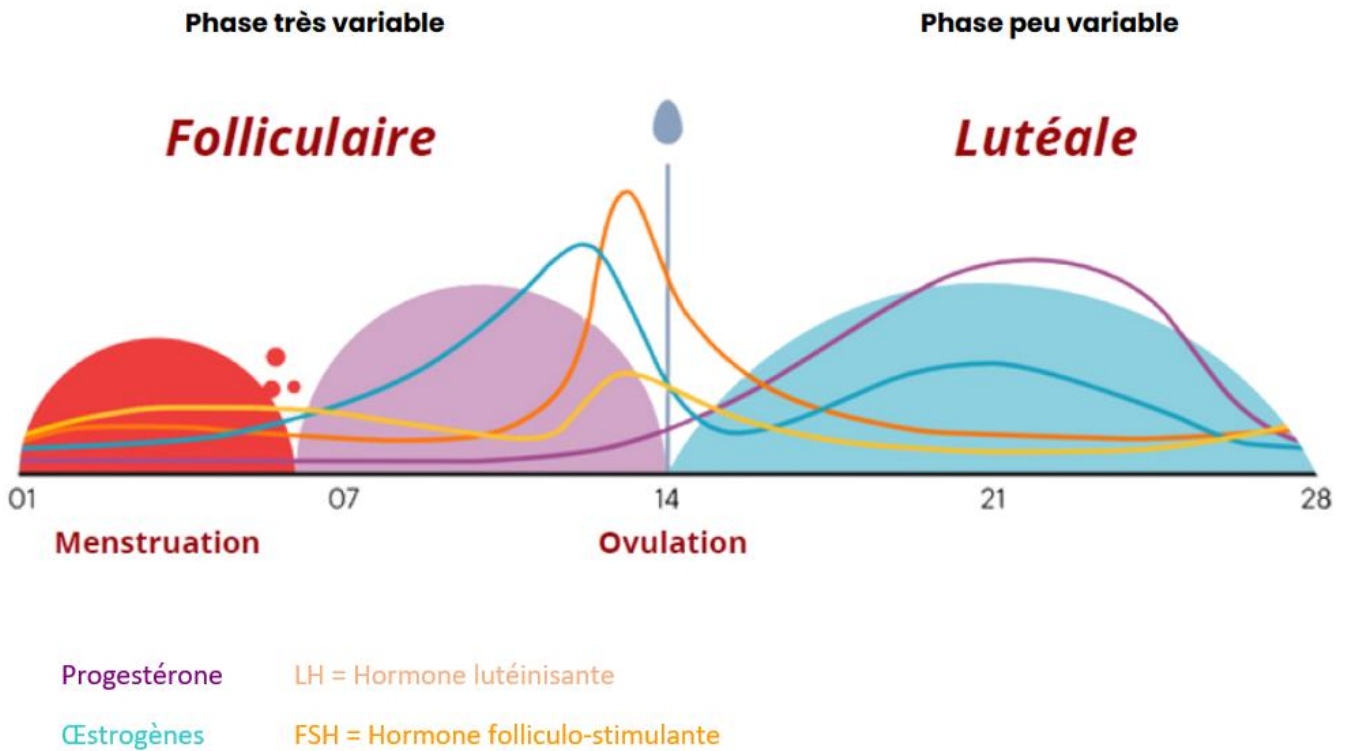


Figure 3 : Les conséquences des fluctuations hormonales au cours du cycle menstruel sur le métabolisme énergétique [1]

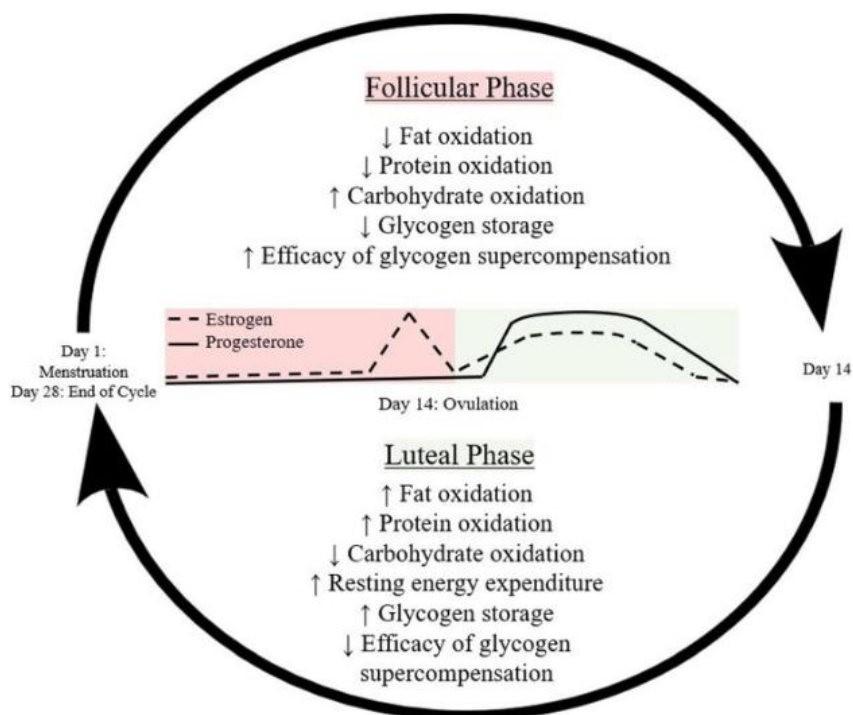


Figure 4 : (a) RED-S VS Triade et conséquences sur la santé (b) Les conséquences du RED-s sur la performance [4]

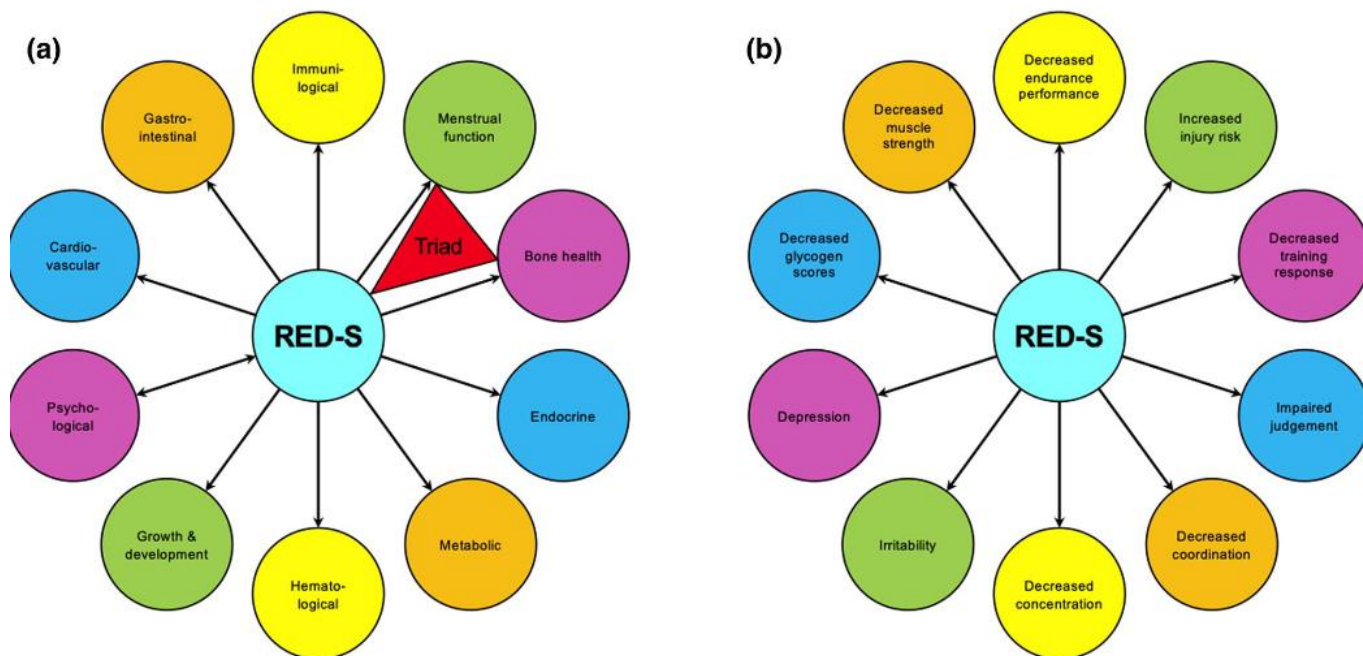


Figure 6 : Diagnostic du RED-S avec catégorisation des risques [7]

REDs DIAGNOSIS WITH ↑ SEVERITY AND/OR RISK CATEGORISATION †			
<p><b>GREEN †</b></p> <p><b>Severity/Risk</b> None to very low</p> <p><b>Clinical Criteria</b> No primary indicators A maximum of 1 secondary indicator</p> <p><b>Treatment, Training &amp; Competition Recommendations</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No treatment required</li> <li>• Full training and competition clearance</li> </ul>	<p><b>YELLOW †</b></p> <p><b>Severity/Risk</b> Mild</p> <p><b>Clinical Criteria</b> 1 or 2 primary indicators ± max 1 secondary indicator OR ≥2 secondary indicators</p> <p><b>Treatment, Training &amp; Competition Recommendations</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Treatment, monitoring and regular follow-up at appropriate intervals.</li> <li>• Full training and competition.</li> </ul>	<p><b>ORANGE †</b></p> <p><b>Severity/Risk</b> Moderate to High</p> <p><b>Clinical Criteria</b> 3 primary indicators ± max 1 secondary indicator OR 2 primary and ≥2 secondary indicators</p> <p><b>Treatment, Training &amp; Competition Recommendations</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Treatment, close monitoring and follow-up required (e.g., ~monthly).</li> <li>• Some aspects of training and/or competition may need to be modified.</li> </ul>	<p><b>RED †</b></p> <p><b>Severity/Risk</b> Very High/Extreme</p> <p><b>Clinical Criteria</b> ≥4 primary OR 3 primary and ≥2 secondary indicators</p> <p><b>Treatment, Training &amp; Competition Recommendations</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Immediate treatment (± hospitalisation) required by frequent monitoring at ~daily to monthly intervals depending on severity.</li> <li>• Significant training and competition modifications required, and in the majority of cases, removal from all training and competition is indicated.</li> </ul>
<p>† Serious medical indicators of REDs and/or EDs requiring immediate medical attention, potential hospitalization and removal from training and competition (please see table 3), include: ≤ 75% median BMI for age and sex; Electrolyte disturbances; ECG abnormalities (e.g., prolonged QTc interval or severe bradycardia (Adult: HR ≤ 30 bpm; Adolescent: HR ≤ 45 bpm)); Severe hypotension: &lt;math&gt;\leq 90/45 \text{ mmHg}&lt;/math&gt;; Orthostatic intolerance (Adult &amp; Adolescent a supine to standing systolic BP drop &gt; 20 mmHg and a diastolic drop &gt; 10 mmHg); Failure of outpatient ED treatment program; Acute medical complications of malnutrition; Any condition on that inhibits medical treatment and monitoring while training and/or competing.</p>			

## **Bibliographie**

- [1] K. J. Wohlgenuth, L. R. Arieta, G. J. Brewer, A. L. Hoselton, L. M. Gould, et A. E. Smith-Ryan, « Sex differences and considerations for female specific nutritional strategies: a narrative review », *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, vol. 18, n° 1, p. 27, avr. 2021, doi: 10.1186/s12970-021-00422-8.
- [2] S. T. S. PhD, *ROAR, Revised Edition: Match Your Food and Fitness to Your Unique Female Physiology for Optimum Performance, Great Health, and a Strong Body for Life*. Harmony/Rodale/Convergent, 2024.
- [3] A. Foryst-Ludwig et U. Kintscher, « Metabolic impact of estrogen signalling through ERalpha and ERbeta », *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, vol. 122, n° 1-3, p. 74-81, oct. 2010, doi: 10.1016/j.jsbmb.2010.06.012.
- [4] B. Holtzman et K. E. Ackerman, « Recommendations and Nutritional Considerations for Female Athletes: Health and Performance », *Sports Med*, vol. 51, n° 1, p. 43-57, sept. 2021, doi: 10.1007/s40279-021-01508-8.
- [5] R. Sitruk-Ware et A. Nath, « Metabolic effects of contraceptive steroids », *Rev Endocr Metab Disord*, vol. 12, n° 2, p. 63-75, juin 2011, doi: 10.1007/s11154-011-9182-4.
- [6] R. Sitruk-Ware et A. Nath, « Characteristics and metabolic effects of estrogen and progestins contained in oral contraceptive pills », *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, vol. 27, n° 1, p. 13-24, févr. 2013, doi: 10.1016/j.beem.2012.09.004.

- [7] M. Mountjoy *et al.*, « 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs) », *Br J Sports Med*, vol. 57, n° 17, p. 1073-1097, sept. 2023, doi: 10.1136/bjsports-2023-106994.
- [8] M. Larrosa *et al.*, « Nutritional Strategies for Optimizing Health, Sports Performance, and Recovery for Female Athletes and Other Physically Active Women: A Systematic Review », *Nutrition Reviews*, p. nuae082, juill. 2024, doi: 10.1093/nutrit/nuae082.
- [9] Ronald J Maughan, Louise M Burke, Jiri Dvorak, et D Enette Larson-Meyer, « IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete », *J Sports Med*, p. 2018.
- [10] J. Antero, « La base de tout ce que les sportives devraient savoir sur elles-mêmes ! »