



**HAL**  
open science

## Prévalence de l'insuffisance en vitamine D chez les gymnastes français de haut niveau

P. Edouard, S. Nguyen, P. Billard

### ► To cite this version:

P. Edouard, S. Nguyen, P. Billard. Prévalence de l'insuffisance en vitamine D chez les gymnastes français de haut niveau. *Journal de Traumatologie du Sport*, 2019, 36, pp.12 - 19. 10.1016/j.jts.2019.01.007 . hal-03486096

**HAL Id: hal-03486096**

**<https://hal.science/hal-03486096v1>**

Submitted on 20 Dec 2021

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

## ARTICLE ORIGINAL

### Prévalence de l'insuffisance en vitamine D chez les gymnastes français de haut niveau

#### Prevalence of vitamin D deficiency in high-level French gymnasts

P. Edouard<sup>1,2,3,4,\*</sup>, S. Nguyen<sup>5,6</sup>, P Billard<sup>6,7,8</sup>

<sup>1</sup> *Unité de médecine du sport, Service de physiologie clinique et de l'exercice, CHU de Saint-Etienne - 42055 Saint-Etienne, France*

<sup>2</sup> *Laboratoire Interuniversitaire de Biologie de la Motricité (EA 7424), Université de Lyon, Université Jean-Monnet - 42100 Saint-Etienne, France*

<sup>3</sup> *Commission Médicale de la Fédération Française d'Athlétisme (FFA), 33 avenue Pierre de Coubertin - 75640 Paris cedex 13, France*

<sup>4</sup> *Pôle France de Gymnastique de Saint Etienne, 3 allée des Frères Gauthier - 42100 Saint-Etienne, France*

<sup>5</sup> *Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP), 11 avenue du Tremblay - 75012 Paris, France*

<sup>6</sup> *Commission Médicale de la Fédération Française de Gymnastique, 7<sup>ter</sup> cours des Petites Ecuries - 75010 Paris, France*

<sup>7</sup> *Plateau technique médico sportif de l'office médical des sports, 24 avenue du président Roosevelt - 77100 Meaux, France*

<sup>8</sup> *Consultation de traumatologie du sport du Grand Hôpital de l'Est Francilien (GHEF), 6-8 rue saint Fiacre - 77100 Meaux, France*

**\* Auteur correspondant.**

Adresse e-mail : [Pascal.Edouard42@gmail.com](mailto:Pascal.Edouard42@gmail.com)

## Résumé

*Introduction* : Compte tenu des multiples actions de la vitamine D sur des paramètres influençant directement ou indirectement la physiologie de l'appareil locomoteur, et de la prévalence élevée de l'insuffisance en vitamine D, il semble important de connaître le statut en vitamine D de sportifs pratiquant un sport en salle et à un niveau d'intensité élevée et sur des volumes importants. L'objectif de cette étude a été de déterminer la prévalence de l'insuffisance en vitamine D parmi les gymnastes pratiquant la gymnastique artistique à haut niveau.

*Méthode* : Nous avons réalisé une étude observationnelle de suivi prospectif de cohorte multicentrique dans une population de sujets pratiquant la gymnastique à haut niveau (gymnastes sur liste ministérielle et/ou en pôle France ou Espoir de gymnastique), sur deux saisons (2016-2017 et 2017-18). Durant la période de l'étude, les gymnastes inclus ont bénéficié de 3 dosages biologiques de la vitamine D par an, sur prélèvements sanguins, dans des laboratoires biologiques agréés.

*Résultats* : 102 gymnastes ont été inclus dans l'étude, 67 gymnastes suivis 2 saisons et 35 durant une saison. 83 (81%) ont bénéficié d'au moins un dosage de vitamine D. 182 dosages ont été réalisés, soit en moyenne  $2,2 \pm 1,2$  dosages par gymnaste. La moyenne de la valeur de vitamine D de tous ces dosages était de  $31 \pm 12$  ng/mL, avec une variation significative en fonction de la saison. 45% des dosages avaient une valeur  $< 30$  ng/mL, considérés comme une insuffisance en vitamine D, avec une variation significative en fonction de la saison.

*Conclusion* : Près de 50% des dosages chez les gymnastes de haut niveau montraient une insuffisance en vitamine D, particulièrement en hiver et en automne. Des stratégies de dépistage de cette insuffisance et de supplémentation le cas échéant, doivent être mises en place surtout durant ces périodes, en parallèle de stratégies visant à atteindre les temps recommandés d'exposition au soleil.

**Mots clés** : Carence ; Vitamine D ; Dosage ; Gymnastes

## **Abstract**

*Introduction:* Given the multiple actions of vitamin D on parameters directly or indirectly influencing the physiology of the musculoskeletal system, and the high prevalence of vitamin D insufficiency, it seems important to know the status of Vitamin D in athletes practicing indoor sports with a high level of intensity and volumes. The objective of this study was to determine the prevalence of vitamin D deficiency among gymnasts practicing high-level artistic gymnastics.

*Methods:* We have therefore carried out an observational prospective study on a multicenter cohort follow-up in a population of gymnasts practicing artistic gymnastics at a high level (gymnasts on ministerial list and/or in French and Espoir gymnastic structures), over two seasons (2016-2017 and 2017-18). During the study period, the included gymnasts benefited from 3 biological assays of vitamin D per year, by blood sampling, in accredited biological laboratories.

*Results:* 102 gymnasts were included in the study, 67 gymnasts followed 2 seasons and 35 during one season. 83 (81%) received at least one dosage of vitamin D. 182 assays were performed, averaging  $2.2 \pm 1.2$  assays per gymnast. The average vitamin D value of all these assays was  $31 \pm 12$  ng/mL, with significant variation depending on the season. 45% of the assays had a value  $<30$  ng/mL, considered a vitamin D insufficiency, with a significant variation depending on the season.

*Conclusion:* Nearly 50% of dosages in high-level gymnasts showed vitamin D insufficiency. Winter and fall were the seasons for which more than half of the tests showed vitamin D insufficiency. Screening strategies of Vitamin D insufficiency, and supplementation when appropriate, should be implemented during these times, along with strategies to reach sun exposure recommended times.

**Keywords :** : Insufficiency ; Vitamin D ; Dosage ; Gymnasts

## 1. Introduction

La vitamine D agit sur de nombreux paramètres biologiques, fonctions et phénomènes physiopathologiques dont le métabolisme osseux (croissance et minéralisation osseuse) via une action endocrine, mais également sur le muscle et le système immunitaire via une action autocrine ou paracrine [1–5]. Ainsi, le déficit en vitamine D pourrait avoir des conséquences non négligeables sur la santé des sujets [1]. Or, il semble que ce déficit soit fréquent dans la population générale : en France, la prévalence du déficit en vitamine D est estimée à 36%, et l'insuffisance à 81%, en fonction d'un seuil retenu respectivement à 20 ng/mL (ou 50 nmol/L) ou 30 ng/mL (ou 75 nmol/L) [2,6].

Chez les sujets ayant une pratique sportive régulière, le déficit et l'insuffisance en vitamine D sont aussi fréquents [7]. Les sportifs pratiquant des sports en salle (natation, gymnastique, danse, basketball...) seraient plus exposés à l'insuffisance en vitamine D que les sportifs s'entraînant en plein air et/ou dans les régions ensoleillées (football...) [3,7–12]. Il a été rapporté que seulement 13% des joueurs de football professionnels de ligue 2 en France avaient un taux suffisant de vitamine D (valeurs supérieures à 30 ng/mL) en février, 86% en juillet, et 100% des joueurs de couleur de peau noire étaient en insuffisance [13]. 89% des joueurs de football Qataris présentaient une insuffisance en vitamine D lors de leur suivi médical réglementaire [14]. 85% des athlètes du comité Olympique Qatar présentaient une insuffisance en vitamine D [15]. 70% des joueurs de football américains étaient en insuffisance, et 100% des joueurs de peau noire [9]. En handball, 45% des joueurs de première ligue présentaient une insuffisance en vitamine D en juillet [16]. 57% des joueurs de football et rugby britanniques présentaient une insuffisance (taux <20ng/mL dans cette étude) en hiver [17]. Ainsi, bien que les études n'aient pas toutes le même design, le même protocole de dosage, le même seuil, les mêmes populations, ces résultats attestent que les sportifs aussi présentent un risque d'être en déficit/insuffisance en vitamine D [3,7,11]. Ce risque augmente significativement en hiver ou au début du printemps et/ou pour les activités en salle [3,11].

Compte-tenu des multiples actions de la vitamine D sur des paramètres influençant directement (via la fonction musculaire, la coordination neuromusculaire) et indirectement (métabolisme ostéocalcique d'où un probable rôle dans les fractures de fatigue) la physiologie de l'appareil locomoteur [1–5], on peut se poser la question du lien entre le statut en vitamine D et la santé des athlètes [3,7], voire entre le statut en vitamine D et le risque de blessure et/ou de maladie [7]. Différentes études ont rapporté une association entre le déficit en vitamine D et le risque augmenté de développer des fractures de fatigue [8,9,18,19]. La vitamine D agit aussi sur l'immunité, et il a été rapporté, chez des sujets sportifs, une association entre un faible taux de vitamine D et des maladies incluant la grippe, le rhume, ou les gastroentérites [18,20]. Par conséquent, le déficit en vitamine D pourrait être considéré comme un facteur de risque de blessure et/ou de maladie, même si le lien n'est pas totalement prouvé et le substratum physiopathologique mal connu [3,7,11].

Ainsi, une meilleure connaissance de la prévalence du déficit/insuffisance en vitamine D et des moyens de dépistage semblent être des éléments importants dans les stratégies de protection de la santé des sportifs, notamment pour ceux pratiquant en salle, y passant la plus grande partie de leur journée, et sollicitant intensément leur appareil locomoteur. La protection de la santé est une nécessité chez les sportifs de haut niveau pour lesquels les blessures et maladies sont particulièrement préjudiciables par rapport à leur niveau de pratique. La gymnastique artistique correspond exactement aux sports ciblés. C'est un sport nécessitant des qualités d'explosivité, d'équilibre et d'esthétique, pratiqué en salle, avec des

charges d'entraînement très importantes, pouvant aller à haut niveau jusqu'à 21 à 37 heures par semaine, 11 à 12 mois par an, avec un risque de blessures élevé [21–26]. En gymnastique artistique masculine, il a été rapporté de 76 à 375 blessures pour 100 gymnastes [27–29]. En gymnastique artistique féminine, on constate 1,6 à 4,1 blessures pour 1000 heures d'entraînement [21–23,30], avec davantage de traumatismes lors des compétitions et chez les gymnastes de plus haut niveau [23,30–32]. Lors des trois derniers Jeux Olympiques, l'incidence des blessures était de 95 pour 1000 gymnastes [33].

Dans ce contexte, l'objectif de cette étude a été de déterminer la prévalence de l'insuffisance en vitamine D parmi les gymnastes pratiquant la gymnastique artistique à haut niveau.

## 2. Méthodes

### 2.1. Organisation et déroulement de l'étude

Nous avons donc réalisé une étude observationnelle de suivi prospectif de cohorte multicentrique (niveau de preuve 2) dans une population de sujets pratiquant la gymnastique à haut niveau (gymnastes sur liste ministérielle et/ou en pôle France ou Espoir de gymnastique), sur deux saisons (2016-2017 et 2017-18). Durant la période de l'étude, les gymnastes inclus ont bénéficié de 3 dosages annuels sanguins de la vitamine D dans des laboratoires biologiques agréés. Cette étude a reçu un avis favorable et accord du comité d'éthique du CHU de Saint-Etienne (IRB32N232016/CHUSTE).

### 2.2. Population

Pour le recrutement de la population, l'investigateur principal (PE) a dans un premier temps pris contact avec le coordinateur et/ou le médecin de chacun des pôles France et Espoir de gymnastique, avec l'aide et le soutien des médecins de la Fédération Française de Gymnastique (FFGym) (SN et PB), par mail et téléphone. Dans les pôles où le coordinateur et/ou le médecin ont accepté de participer, ces derniers ont informé les gymnastes ~~de leur pôle~~ (et leurs parents pour les mineurs) de la tenue, des objectifs et des modalités de l'étude, à l'oral et en utilisant une notice d'information. En cas d'accord, un consentement écrit de participation était signé. Les critères d'inclusion étaient les suivants : gymnastes licenciés à la FFGym, de sexe féminin ou masculin, âgé(e) de plus de 12 ans, inscrits sur les listes ministérielles des sportifs de haut niveau et/ou en pôle France ou Espoir de gymnastique, ayant accepté de participer à l'étude. Il n'y avait pas de critère d'exclusion, hormis le refus de participer, et ils avaient le droit de quitter l'étude à tout moment.

### 2.3. Dosages biologiques de la vitamine D

Les gymnastes ont bénéficié de 3 dosages sanguins de la vitamine D, 25(OH)D, dans le cadre du suivi médical réglementaire des sportifs de haut niveau de la FFGym, durant chacune des deux saisons sportives : un durant l'hiver (environ février), un au début de l'été (environ juin), et un en automne (environ octobre). Les prises de sang ont été réalisées dans des laboratoires biologiques libéraux reconnus par la FFGym.

En cohérence avec la littérature scientifique sur ce sujet [1,3,15], nous avons retenu les seuils de vitamine D (25(OH)D) suivants :

- < 30 ng/mL (75 nmol/L) : insuffisance en vitamine D ;
- ≥ 30 ng/mL (75 nmol/L) et < 100 ng/mL (250 nmol/L) : suffisance en vitamine D.

### 2.4. Analyse statistique

Une analyse descriptive a été réalisée : les variables quantitatives ont été exprimées sous la forme de moyenne  $\pm$  écart-type, et les variables qualitatives sous forme de pourcentage.

Des comparaisons ont été réalisées entre les variables quantitatives (valeurs de la vitamine D en ng/mL) en utilisant le *t*-test de Student lorsque la comparaison était réalisée entre deux groupes (catégorie : GAF vs. GAM), ou une ANOVA à un facteur lorsque la comparaison était réalisée entre plusieurs groupes (mois, saisons). Des comparaisons ont été réalisées entre les variables qualitatives (insuffisance vs. suffisance en vitamine D) en utilisant le test du  $\chi^2$ .

Pour toutes les analyses statistiques, la probabilité de type I error alpha a été fixée a priori à 0,05. Les analyses ont été réalisées avec le logiciel Excel (Office, Microsoft®, 2017) et JASP (JASP Team software, Version 0.8.5.1, University of Amsterdam, Netherlands).

### 3. Résultats

#### 3.1. Population

Au début de la saison 2016-2017, 5 structures de gymnastique artistique féminine (GAF) et 7 structures de gymnastique artistique masculine (GAM) ont été contactées, correspondant à un nombre total de 149 gymnastes pouvant être inclus. Les coordinateurs et/ou les médecins des 5 structures GAF et de 2 structures GAM ont accepté de participer à l'étude. Parmi les 81 gymnastes concernés, les parents d'une gymnaste ont refusé sa participation à l'étude. Ainsi, 80 gymnastes ont été inclus dans l'étude au début de la saison 2016-2017, soit 54% de la population initialement éligible (98% pour les GAF et 24% pour les GAM).

Au début de la saison 2017-2018, les 7 structures incluses en 2016-2017 ont accepté de poursuivre l'étude. Parmi les 80 gymnastes inclus lors de la saison 2016-2017, 60 ont poursuivi dans leurs pôles et ont donc réalisé une deuxième saison dans l'étude, 7 gymnastes ont changé de pôle et ont poursuivi l'étude, 22 nouvelles recrues ont accepté de participer à l'étude et ont donc été inclus ; 13 ont quitté les pôles et sont sorties de l'étude. Ainsi, au début de la saison 2017-2018, il y avait 89 gymnastes inclus.

Au total 102 gymnastes ont participé à l'étude, dont 67 gymnastes suivis durant 2 saisons et 35 sur une saison. Le diagramme de flux de la population est présenté en Figure 1.

#### 3.2. Dosages biologiques de la vitamine D

Durant les deux saisons de l'étude 82 (61 GAF et 21 GAM) des 102 gymnastes inclus ont bénéficié d'au moins un dosage de vitamine D, soit 80,4% des gymnastes inclus. Il existait une différence significative d'âge à l'inclusion entre les GAF ( $13,2 \pm 2,3$  ans) et les GAM ( $17,6 \pm 4,4$  ans) ( $p < 0,001$ ).

Un total de 182 dosages a été réalisé, soit en moyenne  $2,2 \pm 1,2$  dosages par gymnaste (1-5 dosages selon les sujets) et 36% des 507 dosages potentiels pour la population incluse. 49% des dosages ont été réalisés en été, 22% en automne, 19% en hiver et 10% au printemps. 142 dosages (78%) ont été faits chez des GAF et 40 (22%) chez des GAM. La Figure 2 présente le nombre de dosages en fonction de la période et par pôle.

La moyenne de la valeur de vitamine D était de  $31 \pm 12$  ng/mL. Il n'existait pas de différence significative entre les valeurs moyennes des GAF ( $32 \pm 12$  ng/mL) et celles des GAM ( $30 \pm 9$  ng/mL) ( $p = 0,3$ ). La valeur moyenne variait significativement entre les mois ( $p < 0,001$ ) (Figure 3A) et en fonction des saisons (Figure 3B et Tableau 1) ( $p < 0,001$ ). Les équations polynomiales du second degré permettaient de modéliser l'évolution de la vitamine D au cours de l'année avec un degré de détermination des variables de 76% pour les mois et de 99% pour les saisons (Figures 3A et 3B).

Le taux de vitamine D était inférieur à 30 ng/mL, considéré comme une insuffisance, dans 45% des dosages. Chez un quart des gymnastes, l'insuffisance en vitamine D était présente dans tous leurs dosages (26% des GAF et 24% des GAM). En cas d'insuffisance, il n'existait pas de différence de la distribution des dosages entre les GAF et les GAM ( $\text{Chi}^2=0,6$  ;  $p=0,4$ ) (Tableau 2 et Figure 4). En revanche, on retrouvait une différence de la distribution des dosages entre les mois ( $\text{Chi}^2=37,0$  ;  $p<0,001$ ), et les saisons ( $\text{Chi}^2=30,5$  ;  $p<0,001$ ) (Tableau 2 et Figure 4).

#### 4. Discussion

Les principaux résultats de cette étude ont montré que :

- 1) 45% des dosages retrouvaient une insuffisance en vitamine D (< 30 ng/mL),
- 2) 25% des gymnastes présentaient à chaque dosage une insuffisance en vitamine D,
- 3) la vitamine D variait en fonction des saisons avec des valeurs en insuffisance plus fréquentes en hiver (82%) et en automne (53%).

Ces résultats sont concordants avec ceux des précédentes études publiées sur la vitamine D et le sport, rapportant des prévalences d'insuffisance en vitamine D, allant de 45 à 87% en fonction des sports et des saisons [9,12–16]. Cette variation saisonnière du taux de vitamine D a déjà été décrite dans des populations non sportives [34–36] et sportives [11–13,17,37], avec une diminution des valeurs moyennes du taux vitamine D et une augmentation de la prévalence d'une insuffisance durant l'hiver. Galan et al. sont même allés jusqu'à analyser le taux de vitamine D nécessaire à la mi-octobre pour avoir un taux suffisant (> 30 ng/mL) début février [37] : 49 ng/mL était nécessaire mi-octobre afin de ne pas être en insuffisance en vitamine D en février. Dans notre étude, parmi les dosages réalisés en automne ( $n=40$ ), aucun ne présentait un taux  $\geq 49$  ng/mL, et si on élargit aux dosages réalisés en été et en automne, seuls 10% des gymnastes présentaient un taux  $\geq 49$  ng/mL permettant d'après Galan et al. [37] de rester à un seuil de suffisance en hiver. Il semble donc nécessaire d'optimiser les stratégies visant à augmenter le taux de vitamine D, notamment d'accroître les temps d'exposition au soleil durant les mois où il est le plus présent, en essayant d'atteindre les durées recommandées (un tiers de la peau environ 20 minutes par jour sans prendre le risque de néoplasie cutanée), afin d'anticiper les périodes hivernales [1].

Comment expliquer cette prévalence élevée d'insuffisance en vitamine D rapportée dans notre étude : était-elle liée à la pratique de sport en salle ? En effet, dans cette population de sportifs pratiquant d'importants volumes de sport (21 à 37 heures par semaine [21–26]), si l'activité est réalisée en salle, cela induit un manque d'exposition au soleil par rapport à des sports se pratiquant en plein air. Cependant, il faudrait comparer les taux de vitamine D avec ceux de jeunes de mêmes âges ne pratiquant pas de sport, et étant en classe la journée et/ou faisant des activités manuelles ou intellectuelles d'intérieur, ce qui n'a pas pu être réalisé dans le cadre de cette présente étude. On retrouve cependant chez ces derniers une prévalence importante de déficit/insuffisance en vitamine D [38], même dans des populations d'enfants vivant dans des régions ensoleillées [35,36].

On peut également se poser la question de la pratique sportive intense et/ou à haut volume comme facteur induisant une insuffisance en vitamine D, en raison des prévalences fréquemment rapportées dans ces populations [11–13,17,37]. En gymnastique, où le volume et l'intensité de la pratique sont élevés, dans une population en croissance qui nécessite aussi d'importants apports énergétiques, nous sommes en droit de nous poser la question de la place des apports de vitamine D via l'alimentation, d'autant que la composante esthétique peut

parfois entrainer une restriction des apports énergétiques, même si l'alimentation ne représente qu'environ 10% des apports en vitamine D [1–5]. Le taux retenu par les laboratoires biologiques pour définir une insuffisance en vitamine D pourrait aussi être surestimé, entraînant une surévaluation de la prévalence de l'insuffisance en vitamine D [39]. Dans le cadre de notre étude, le taux retenu par les différents laboratoires biologiques a toujours été le même ( $< 30$  ng/mL), et nous avons défini pour chaque dosage l'insuffisance/suffisance en fonction de la valeur numérique. Enfin, d'autres facteurs confondants (tels que la supplémentation en vitamine D, la couleur de la peau, le lieu de vie géographique...) peuvent intervenir mais n'ont pas été collectés dans cette étude [1–5].

Certaines limites de ce travail sont à discuter. Tous les gymnastes n'ont pas pu bénéficier des 3 dosages annuels ; ainsi, il y a eu 64% de dosages non réalisés par rapport au protocole envisagé. Les dosages de vitamine D n'ont pas toujours été réalisés au même moment de la saison pour tous les pôles et donc pour tous les gymnastes inclus. En effet, dans le cadre de notre méthodologie, nous avons défini que les dosages devraient être réalisés tous les 4 mois ciblant 3 saisons, pour essayer d'avoir une représentativité sur une année (un durant l'hiver (environ février), un au début de l'été (environ juin), et un en automne (environ octobre)). Nos résultats (Figure 3A) rapportaient une variabilité des dosages autour de ces dates cibles. Les contraintes à l'échelle individuelle mais aussi de la structure n'ont pas permis de faire les dosages exactement aux dates envisagées. Il est donc important de prendre en compte les contraintes d'emploi du temps dans de telles planifications pour de prochaines études chez le sportif de haut niveau. Cependant, le fait que les équations polynomiales du second degré déterminaient bien les variations des valeurs au cours de la saison, semble être en faveur de l'absence de biais de nos résultats par cette limite. De plus, nous n'avions pas d'information concernant les paramètres influençant le taux de vitamine D : exposition au soleil, couleur de peau, apports alimentaires, et/ou supplémentation en vitamine D. Ces résultats sont donc une photographie du statut en vitamine D d'une population de sportifs de haut niveau indépendamment des facteurs influençant le taux de vitamine D. Bien entendu, comme pour chaque étude traitant de la vitamine D, une variation dans les seuils pour désigner l'insuffisance fait varier les pourcentages de dosages concernés, mais surtout les stratégies de prévention qui y sont associées [37,39].

Quoi qu'il en soit, si la vitamine D est importante pour le fonctionnement de l'organisme, comme le rapporte la littérature [1–5], il convient de ne pas négliger la prévalence importante de l'insuffisance en vitamine D retrouvée dans cette présente étude, et de mettre en place des stratégies de prise en charge. La saison hivernale (voire l'automne) semble clairement être une période à risque d'insuffisance en vitamine D, en cohérence avec les résultats de précédentes études [11–13,34–37]. Il convient donc d'avoir une attention particulière durant cette période, en privilégiant des temps d'exposition au soleil dès que possible, en réalisant des dépistages de l'insuffisance en vitamine D, ce qui pose le problème du coût [15]) et/ou prescrivant une supplémentation systématique (ce qui pose le problème de « traiter » des sujets asymptomatiques [15]). Pour augmenter les temps d'exposition au soleil, une solution pourrait être la réalisation de la préparation physique générale en plein air, tout en respectant les seuils d'exposition solaire recommandés par les dermatologues (pour limiter le risque de néoplasie cutanée). Le lien entre l'insuffisance, voire le déficit, en vitamine D et la santé n'a pu être analysé dans cette présente étude, mais représente une perspective pertinente compte-tenu des éléments rapportés dans la littérature [11]. De même, il serait intéressant d'analyser le lien avec la performance, dans une approche gagnant-gagnant protection de la santé - gain de performance.

## 5. Conclusion

A notre connaissance, il s'agit de la première étude rapportant les taux de vitamine D chez des gymnastes de haut niveau. Il est à noter qu'un quart de ces gymnastes avaient une insuffisance en vitamine D pour tous leurs dosages, et près de 50% des prélèvements retrouvaient cette insuffisance. L'hiver et l'automne étaient les saisons les plus impactées par cette insuffisance. Ainsi, des stratégies de dépistage de l'insuffisance en vitamine D, et de supplémentation le cas échéant, doivent être mises en place durant ces périodes, mais aussi durant les autres saisons chez les gymnastes les plus à risque. En parallèle, une optimisation des temps d'exposition au soleil doit être proposée.

## Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier Sylvie Anglard (Saint-Etienne), Dominique Aubry (Dijon), Eric Besson (Meaux), Philippe Collette (Marseille), Marie-Angeline Colson (Saint-Etienne), Karine Degret (Marseille), Karl Drapied (INSEP), Fabien Forte (Dijon), Daniel Perraut (Montceau les Mines), Gilles Renard (Montceau les Mines), Béatrice Reynaud (Marseille), Elvire Teza (Marseille), ainsi que tous les gymnastes pour leur aide et participation à cette étude.

## Déclaration de liens d'intérêts

La Fédération Française de Gymnastique a participé au financement de cette étude.

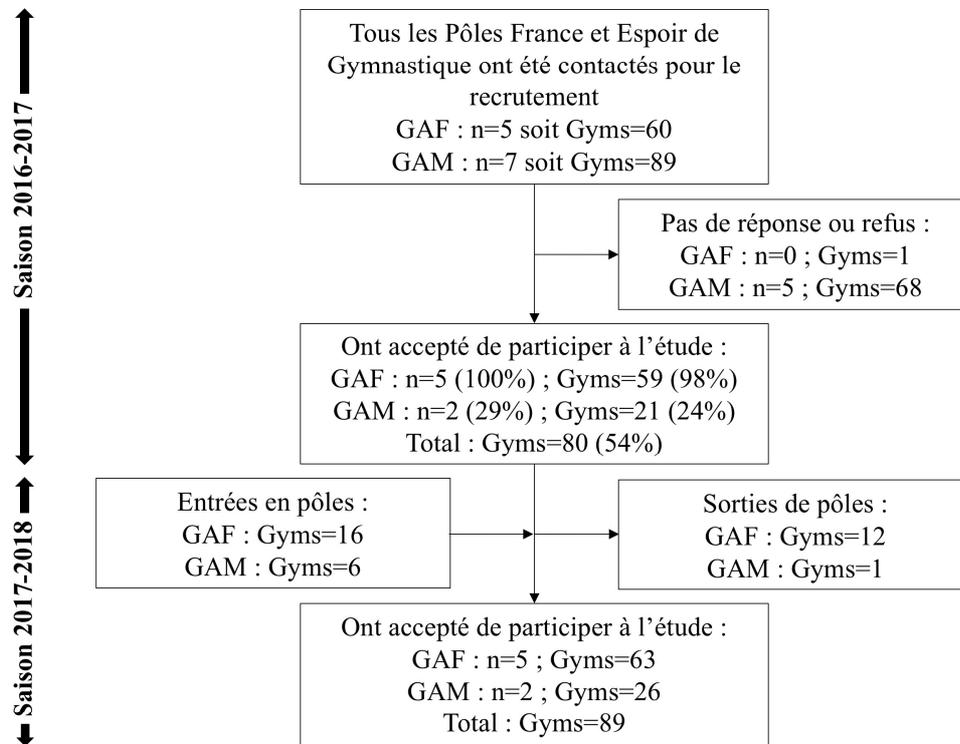
## Références

- 1 Holick MF. Vitamin D Deficiency. *N Engl J Med* 2008;357:266–81.
- 2 HAS. Utilité clinique du dosage de la vitamine D. 2013; [https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c\\_1356838/fr](https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1356838/fr).
- 3 Larson-Meyer DE, Willis KS. Vitamin D and athletes. *Curr Sport Med Rep* 2010;9:220–6. doi:10.12703/P6-118
- 4 Angeline ME, Gee AO, Shindle M, *et al.* The effects of vitamin d deficiency in athletes. *Am J Sports Med* 2013;41:461–4. doi:10.1177/0363546513475787
- 5 Souberbielle JC, Body JJ, Lappe JM, *et al.* Vitamin D and musculoskeletal health, cardiovascular disease, autoimmunity and cancer: Recommendations for clinical practice. *Autoimmun Rev* 2010;9:709–15. doi:10.1016/j.autrev.2010.06.009
- 6 Chapuy MC, Preziosi P, Maamer M, *et al.* Prevalence of vitamin D insufficiency in an adult normal population. *OsteoporosInt* 1997;7:439–43. doi:10.1007/s001980050030
- 7 Lafleur M, Serra JM, Nguyen S, *et al.* Vitamine D et sports. *J Traumatol du Sport* 2016;33:110–3. doi:10.1016/j.jts.2015.12.006
- 8 Peeling P, Fulton SK, Binnie M, *et al.* Training environment and vitamin D status in athletes. *Int J Sport Med* 2013;34:248–52.
- 9 Maroon JC, Mathyssek CM, Bost JW, *et al.* Vitamin D profile in national football league players. *Am J Sports Med* 2015;43:1241–5. doi:10.1177/0363546514567297
- 10 Hamilton B, Whiteley R, Farooq A, *et al.* Vitamin D concentration in 342 professional football players and association with lower limb isokinetic function. *J Sci Med Sport* 2014;17:139–43. doi:10.1016/j.jsams.2013.03.006
- 11 Farrokhyar F, Tabasinejad R, Dao D, *et al.* Prevalence of Vitamin D Inadequacy in Athletes: A Systematic-Review and Meta-Analysis. *Sport Med* 2015;45:365–78.

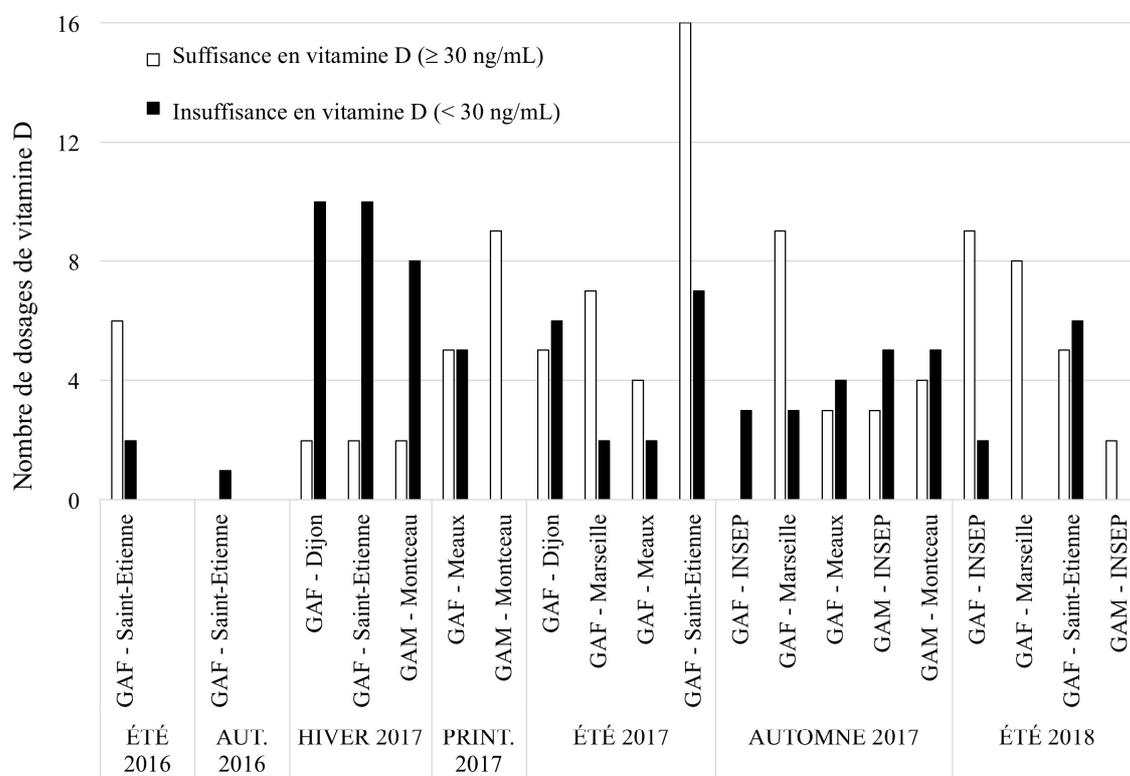
- doi:10.1007/s40279-014-0267-6
- 12 Quadri A, Gojanovic B, Noack P, *et al.* Seasonal variation of Vitamin D levels in Swiss athletes. *Schweizerische Zeitschrift fur Sport und Sport* 2016;64:19–25.
  - 13 Jallageas R, Roy X, Bordes J, *et al.* Variation saisonnière du taux plasmatique de 25(OH)D des joueurs professionnels de football en Ligue 2. *Ann Phys Rehabil Med* 2013;56:e210–1. doi:10.1016/j.rehab.2013.07.555
  - 14 Bakken A, Targett S, Bere T, *et al.* Health conditions detected in a comprehensive periodic health evaluation of 558 professional football players. *Br J Sports Med* 2016;50:1142–50. doi:10.1136/bjsports-2015-095829
  - 15 Allison RJ, Farooq A, Cherif A, *et al.* Why don't serum Vitamin D concentrations associate with BMD by DXA? A case of being â 'bound' to the wrong assay? Implications for Vitamin D screening. *Br J Sports Med* 2018;52:522–6. doi:10.1136/bjsports-2016-097130
  - 16 Bauer P, Henni S, Dörr O, *et al.* High prevalence of vitamin D insufficiency in professional handball athletes. *Phys Sportsmed* 2018;0:1–7. doi:10.1080/00913847.2018.1520055
  - 17 Close GL, Leckey J, Patterson M, *et al.* The effects of vitamin D<sub>3</sub> supplementation on serum total 25[OH]D concentration and physical performance: a randomised dose–response study. *Br J Sports Med* 2013;47:692–6. doi:10.1136/bjsports-2012-091735
  - 18 Moran DS, McClung JP, Kohen T, *et al.* Vitamin D and physical performance. *Sport Med* 2013;43:601–11. doi:10.1007/s40279-013-0036-y
  - 19 Dao D, Sodhi S, Tabasinejad R, *et al.* Serum 25-Hydroxyvitamin D Levels and Stress Fractures in Military Personnel: A systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med* 2015;43:2064–72. doi:10.1177/0363546514555971
  - 20 He CS, Yong XHA, Walsh NP, *et al.* Is there an optimal Vitamin D status for immunity in athletes and military personnel? *Exerc Immunol Rev* 2016;22:41–62.
  - 21 Caine D, Cochrane B, Caine C, *et al.* An epidemiologic investigation of injuries affecting young competitive female gymnasts. *Am J Sports Med* 1989;17:811–20. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2696378> (accessed 8 Nov2016).
  - 22 Kolt GS, Kirkby RJ. Epidemiology of injuries in Australian female gymnasts. *Sport Med Training, Rehabil* 1995;6:223–31. doi:10.1080/15438629509512053
  - 23 Caine D, Knutzen K, Howe W, *et al.* A three-year epidemiological study of injuries affecting young female gymnasts. 2003;1466:10–23. doi:10.1016/S1466-853X(02)00070-6
  - 24 Caine DJ, Harringe ML. Epidemiology of injury in gymnastics. In: Caine DJ, Russell K, Lim L, eds. *Gymnastics Handbook of Sports Medicine and Science*. Wiley-Blackwell 2013. 111–24.
  - 25 Kolt GS, Caine DJ. Gymnastics. In: Caine DJ, Harmer PA, Schiff MA, eds. *Epidemiology of Injury in Olympic Sports*. Wiley-Blackwell 2010. 144–60.
  - 26 Sands WA. Injury prevention in women's gymnastics. *Sports Med* 2000;30:359–73. doi:10.2165/00007256-200030050-00004
  - 27 Lowry CB, Leveau BF. A retrospective study of gymnastics injuries to competitors and noncompetitors in private clubs. *Am J Sports Med* 1982;10:237–9. doi:10.1177/036354658201000409
  - 28 Westermann RW, Giblin M, Vaske A, *et al.* Evaluation of Men's and Women's Gymnastics Injuries- A 10-Year Observational Study. 2014;7:161–5. doi:10.1177/1941738114559705
  - 29 Dixon M, Fricker P. Injuries to elite gymnasts over 10 yr. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:1322–9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8107537> (accessed 8 Nov2016).
  - 30 Kolt GS, Kirkby RJ. Epidemiology of injury in elite and subelite female gymnasts: a

- comparison of retrospective and prospective findings. *Br J Sports Med* 1999;33:312–8. doi:10.1136/bjism.33.5.312
- 31 Marshall SW, Covassin T, Dick R, *et al.* Descriptive Epidemiology of Collegiate Women’s Gymnastics Injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System. *J Athl Train* 2007;42:234–40. doi:10.1016/S0276-1092(08)79204-6
- 32 Kerr ZY, Hayden R, Barr M, *et al.* Epidemiology of National Collegiate Athletic Association Women’s Gymnastics Injuries, 2009-2010 Through 2013-2014. *J Athl Train* 2015;50:870–8. doi:10.4085/1062-6050-50.7.02
- 33 Edouard P, Steffen K, Junge A, *et al.* Gymnastics injury incidence during the 2008, 2012 and 2016 Olympic Games: Analysis of prospectively collected surveillance data from 963 registered gymnasts during Olympic Games. *Br J Sports Med* 2018;52. doi:10.1136/bjsports-2017-097972
- 34 Klingberg E, Oleröd G, Konar J, *et al.* Seasonal variations in serum 25-hydroxy vitamin D levels in a Swedish cohort. *Endocrine* 2015;49:800–8. doi:10.1007/s12020-015-0548-3
- 35 Rodríguez-Dehli AC, Riaño-Galán IR, Fernández-Somoano A, *et al.* [Hypovitaminosis D and associated factors in 4-year old children in northern Spain]. *An Pediatr (Barc)* 2017;86:188–96. doi:10.1016/j.anpedi.2016.02.003
- 36 Beyitler I, Uncu M, Bahceciler N, *et al.* Impact Of Mediterranean Climate and Seasonal Variation on Vitamin D Levels in Children. *Cyprus J Med Sci* 2018;1:15–8. doi:10.5152/cjms.2018.384
- 37 Galan F, Ribas J, Sánchez-Martinez PM, *et al.* Serum 25-hydroxyvitamin D in early autumn to ensure vitamin D sufficiency in mid-winter in professional football players. *Clin Nutr* 2012;31:132–6. doi:10.1016/j.clnu.2011.07.008
- 38 Kumar J, Muntner P, Kaskel FJ, *et al.* Prevalence and Associations of 25-Hydroxyvitamin D Deficiency in US Children: NHANES 2001-2004. *Pediatrics* 2009;124:e362–70. doi:10.1542/peds.2009-0051
- 39 Bischoff-ferrari HA, Giovannucci E, Willett WC, *et al.* Estimation of optimal serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D for multiple health outcomes. 2006;25:18–28.

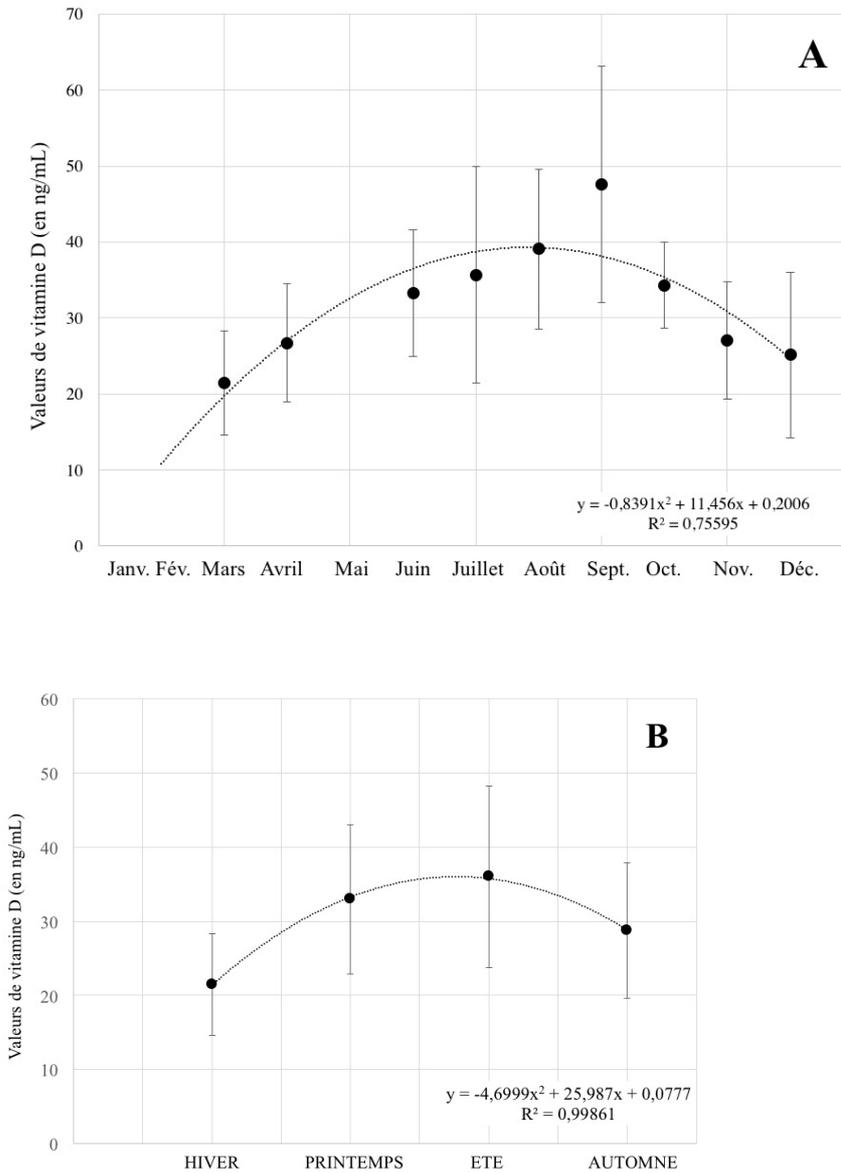
**Figure 1 :** Diagramme de flux de la population incluse sur les deux saisons 2016-17 et 2017-18.



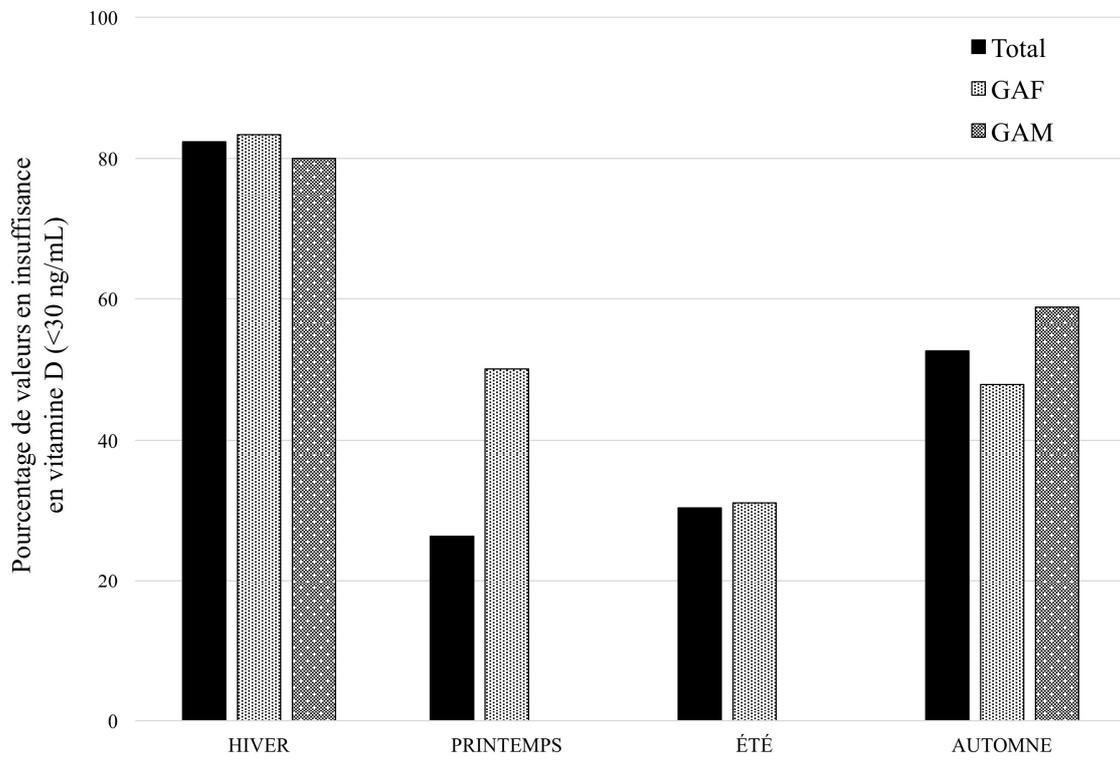
**Figure 2 :** Nombre de dosages au cours des 2 saisons de l'étude en fonction de la saison, du pôle et du statut : insuffisance en vitamine D (< 30 ng/mL - en noir) et suffisance en vitamine D ( $\geq$  30 ng/mL - en blanc).



**Figure 3 :** Valeurs moyennes ( $\pm$  écart type) de la vitamine D (en ng/mL) en fonction des mois (A) et de la saison (B). Pour la variation de la vitamine D en fonction des mois, l'équation polynomiale du second degré  $y = -0,8391x^2 + 11,456x + 0,2006$  était capable de déterminer 76% des distributions des variables ( $R^2 = 0,75595$ ). Pour la variation de la vitamine D en fonction des saisons, l'équation polynomiale du second degré  $y = -4,6999x^2 + 25,987x + 0,0777$  était capable de déterminer 99% des distributions des variables ( $R^2 = 0,99861$ ).



**Figure 4 :** Prévalence (en %) des dosages montrant une insuffisance en vitamine D (< 30 ng/mL) en fonction de la saison et de la catégorie (GAF et GAM).



**Tableau 1 :** Valeurs de la vitamine D en fonction de la catégorie (GAF et GAM), du pôle, et de la saison durant la période de l'étude.

<b>Catégories / Pôles</b>	<b>Total général</b>	<b>HIVER</b>	<b>PRINTEMPS</b>	<b>ÉTÉ</b>	<b>AUTOMNE</b>
<b>Total</b>	<b>31,4 ±11,8</b>	<b>21,5 ±6,8</b>	<b>33,0 ±10,1</b>	<b>36,0 ±12,2</b>	<b>28,7 ±9,2</b>
<i>GAF</i>	<i>31,8 ±12,4</i>	<i>21,4 ±6,8</i>	<i>26,7 ±7,8</i>	<i>36,1 ±12,4</i>	<i>28,5 ±10,4</i>
Dijon	23,8 ±8,2	19,9 ±6,4		28,1 ±8,1	
INSEP	36,5 ±13,0			40,3 ±11,6	22,7 ±7,5
Marseille	34,9 ±4,9			34,8 ±5,0	35,2 ±5,0
Meaux	26,7 ±10,6		26,7 ±7,8	34,3 ±9,1	20,2 ±12,0
Saint-Etienne	34,3 ±14,9	22,8 ±7,1		37,9 ±15,0	24,1
<i>GAM</i>	<i>29,9 ±9,6</i>	<i>21,6 ±7,3</i>	<i>39,9 ±7,5</i>	<i>33,0 ±1,4</i>	<i>29,1 ±7,4</i>
INSEP	28,3 ±7,3			33,0 ±1,4	27,1 ±7,8
Montceau	30,5 ±10,4	21,6 ±7,3	39,9 ±7,5		30,8 ±7,1

**Tableau 2 :** Prévalence (en %) des dosages montrant une insuffisance en vitamine D (< 30 ng/mL) en fonction de la catégorie (GAF et GAM), du pôle, et de la saison durant la période de l'étude.

<b>Catégories / Pôles</b>	<b>Total</b>	<b>HIVER</b>	<b>PRINTEMPS</b>	<b>ÉTÉ</b>	<b>AUTOMNE</b>
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>82</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>53</b>
<i>GAF</i>	43	83	50	31	48
Dijon	70	83		55	
INSEP	36			18	100
Marseille	17			12	25
Meaux	48		50	33	57
Saint-Etienne	47	83		36	100
<i>GAM</i>	47	80	0	0	59
INSEP	50			0	63
Montceau	46	80	0		56